

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea in INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

Tesi di Laurea in VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE PRIMARIE E
SECONDARIE LS

**Decrescita sostenibile applicata alla mobilità
nelle aree urbane**

Candidato

Federico Tarantino

Relatore

Chiar.ma Prof.ssa Alessandra Bonoli

Correlatore

Prof.re Luca Mantecchini

Anno Accademico 2010/2011 - Sessione I

Questa tesi è pubblicata con licenza Creative Commons

Attribution-Noncommercial-Share Alike 2.5
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/>

È possibile:

*riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire
e recitare quest'opera*

modificare quest'opera

Alle seguenti condizioni:

*Attribuzione. Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti
ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in
cui tu usi l'opera.*

Non commerciale. Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.

*Condividi allo stesso modo. Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne
un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica o equivalente a
questa.*

Questa tesi è stata impaginata con L^AT_EX

©2011 Federico Tarantino. Qualche diritto riservato.
Contatti: federico.tarantino [at] autistici [dot] org

Riassunto sintetico

La mobilità nelle aree urbane di medie e grandi dimensioni risente di molte criticità e spesso è causa di numerose discussioni. L'utilizzo sempre crescente del mezzo di trasporto privato ha prodotto conseguenze negative: l'aumento del traffico e degli incidenti stradali, dell'inquinamento atmosferico e del rumore sono accompagnati da un forte spreco energetico. Dall'altra parte, il trasporto pubblico locale (TPL) non è riuscito a costruirsi canali preferenziali all'interno dell'immaginario cittadino, poiché sottomesso da un modello economico e un mercato fortemente dipendenti dall'automobile. Una via d'uscita dalla mobilità non sostenibile basata sull'utilizzo di combustibili fossili porta a concepire un trasporto pubblico locale gratuito, fruibile dal cittadino in qualsiasi momento della giornata. Attraverso un'analisi dell'azienda del trasporto pubblico bolognese (ATC) e dei dati provenienti dalla sanità regionale, questa tesi intende mostrare che vi sarà un miglioramento della qualità di vita in aree urbane nel momento in cui la teoria della decrescita venga condivisa da tutti i cittadini. Così sarà possibile liberare i centri urbani dai mezzi privati e quindi dagli alti livelli di inquinamento acustico e atmosferico, e dare ai cittadini la vera libertà di movimento.

Abstract

Mobility in medium and large sized urban areas is critical and often a cause for numerous debates. The use of private transport is in constant increase and has generated negative consequences: congestion and road accidents, air and noise pollution as well as a considerable waste of energy. On the other hand, the local public transport (LPT) has not succeeded in representing the preferred choice by citizens in the urban imaginary. Its potential has been subdued by economic models and markets that are largely dependant on the production of vehicles. An alternative to the current non sustainable mobility based on the combustion of fossil fuels could be the provision of a free local transport network available to the citizen from anywhere at any time. This dissertation's objective is to show how an improvement of the quality of life in urban areas is connected to a collective awareness on the degrowth theory. I intend to achieve this by analysing thoroughly the system of the public transportation agency in Bologna (ATC) and considering data from the local health department. Only then we will be able to limit private vehicles from city centres and as a result of that drastically decrease air and noise pollution whilst providing a true service for a free moving citizen.

Lista delle abbreviazioni

AC Amministrazione Comunale

ARPA Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna

ATC SpA Azienda del Trasporto pubblico del Comune di Bologna

BAT Best Available Technologies

BPCO BroncoPneumopatia Cronica Ostruttiva

BTZ Basso Tenore di Zolfo

CH_4 Metano

C_6H_6 Benzene

CAC Command And Control

CO Monossido di carbonio

CO_2 Anidride carbonica

COV Composti Organici Volatili

CRT Trappola a Rigenerazione Continua

EEA European Environment Agency

EPA Environmental Protection Agency

FER Ferrovie Emilia-Romagna

FS Ferrovie dello Stato

GPL Gas Propano Liquido

IB Incentive Based

ISU Indice di Sviluppo Umano

kW kiloWatt

LEZ Low Emission Zone

MTOE Million Tonnes of Oil Equivalent

OMS Organizzazione Mondiale della Sanità

PGTU Piano Generale del Traffico Urbano

PIL Prodotto Interno Lordo

$PM_{2,5}$ Particulate Matter fino a 2,5 micron di diametro

PM_{10} Particulate Matter fino a 10 micron di diametro

PVS Paesi in Via di Sviluppo

NO_x Ossidi d'azoto

RIBES Indice di Benessere Sostenibile

SO_2 Anidride solforosa

SRM SpA Società Reti e Mobilità

SUV Sport Utility Vehicle

TDM Travel Demand Management

TJ TeraJoule

TPL Trasporto Pubblico Locale

UNDP United Nations Development Programme

USL Unità Sanitaria Locale

WCED World Commission on Environment and Development

WHO World Health Organization

ZEV Zero Emissions Vehicle

ZI Zona Industriale

ZTL Zona a Traffico Limitato

LUI. Sono anni che viaggio in lungo e in largo per tutta Europa. Il Mondo non mi interessa ora, voglio scoprire qualcosa di più profondo. Voglio sapere che cos'è l'amore per le persone, per la giustizia ...

LEI. E' per questo che io sono qui, che ci siamo incontrati, che andiamo tutti i giorni a prendere il pane insieme ...

... a Sandra ...

Indice

Elenco delle tabelle	xi
Elenco delle figure	xiii
Introduzione	1
1 Verso una società della decrescita	5
1.1 I consumi per settore	5
1.2 I consumi nel settore dei trasporti	7
1.2.1 La penetrazione dei combustibili fossili nei trasporti . .	8
1.3 I consumi del trasporto su strada	9
1.4 Sviluppo sostenibile vs. decrescita sostenibile	10
1.4.1 Obsolescenza del vecchio paradigma	11
1.4.2 La decrescita come alternativa	12
1.5 Le 8 R: nascita di un nuovo paradigma	14
1.6 Il ruolo del PG TU nella riduzione della mobilità privata	17
1.7 Conclusioni	19
2 Le esternalità	21
2.1 Una definizione di esternalità	22
2.2 Le esternalità nei trasporti	23
2.3 Incidenti stradali	24
2.4 Danni ambientali	25
2.4.1 I sottoprodotti della combustione	26
2.4.2 Gli effetti sanitari causati da PM_{10}	29

2.4.3	Come stimare i costi da inquinamento atmosferico . . .	30
2.5	Congestione	30
2.6	Dipendenza dal petrolio	32
2.7	Le esternalità del trasporto privato e pubblico a confronto . .	33
2.8	Politiche attuabili per ridurre le esternalità	36
2.9	Conclusioni	38
3	Caratteristiche ed esternalità della mobilità a Bologna	41
3.1	L'azienda ATC	42
3.2	L'area urbana di Bologna	43
3.3	Gli spostamenti nell'area urbana di Bologna	44
3.3.1	La crono mobilità di Legambiente	45
3.4	Le caratteristiche dell'offerta del TPL	47
3.4.1	Le criticità del TPL	49
3.5	La flotta ATC all'inizio del 2010	50
3.6	Il parco veicolare di Bologna	51
3.6.1	I vantaggi ambientali del GPL e del metano	51
3.7	Il parco dei ciclomotori	52
3.8	La ZTL di Bologna	54
3.9	La qualità dell'aria attuale a Bologna	55
3.10	I costi esterni da PM_{10} a Bologna	56
4	Possibili strategie per un'area urbana a emissioni zero	59
4.1	Domanda di mobilità e offerta di trasporto	61
4.2	I benefici apportati dal trasporto pubblico	62
4.3	Integrazione con le politiche ambientali, economiche e sanitarie	64
4.4	Chiusura del centro storico alla mobilità privata	65
4.5	La rete filoviaria di Bologna	66
4.5.1	Il Progetto Civis	68
4.6	La sostenibilità ambientale dei filobus	69
4.6.1	Costi specifici a confronto: autobus a gasolio e filobus .	70
4.7	Un TPL a tariffa zero	71
4.7.1	Un cambiamento strutturale temporaneo	73

<i>INDICE</i>	ix
4.7.2 Casi di trasporto pubblico a tariffa zero	74
5 TPL a costo zero: una proposta operativa per Bologna	77
5.1 I costi della struttura per l'emissione dei biglietti	78
5.2 Descrizione dell'offerta di sosta	79
5.3 Aumento della tariffazione della sosta	80
5.4 Provvedimenti futuri	82
Riflessioni conclusive	83
Bibliografia	84
Tavole	93

Elenco delle tabelle

2.1	Costi sanitari provocati dal particolato	29
2.2	Monetizzazione delle esternalità per incidenti stradali	33
2.3	Monetizzazione delle esternalità totali da trasporti	34
2.4	Costi esterni per passeggero-chilometro	35
3.1	La definizione di area urbana di Bologna secondo ATC	43
3.2	Ripartizione modale degli spostamenti interni a Bologna	45
3.3	La crono mobilità di Legambiente del 22/05/2010	46
3.4	Il parco autobus ATC al 31/12/2009	50
3.5	Fattore d'emissione dei ciclomotori	53
3.6	Costi esterni da PM_{10} in varie città italiane	56
4.1	Alcuni dati del progetto Civis	69
4.2	Confronto dei costi specifici per km di filobus e autobus a gasolio	71
5.1	Costi per l'emissione dei biglietti	79
5.2	Bilancio ipotetico per un TPL gratuito a Bologna	81

Elenco delle figure

1.1	Andamento dei consumi per settore	6
1.2	Andamento dei consumi nei trasporti	7
1.3	Incidenza dei combustibili fossili nei vari settori	9
1.4	Torta dei consumi nei trasporti su strada	10
1.5	Sintesi del processo economico in atto	13
1.6	Nascita di un movimento	14
2.1	Inquinamento da PM_{10} in Europa	26
3.1	Ciclomotori in centro a Bologna	53
4.1	Una soluzione immediata al problema dell'inquinamento at- mosferico	60
4.2	Possibile scenario in Via Barberia	66
4.3	Lo sdoppiamento della linea filobus in zona Certosa	67
4.4	Principio di funzionamento del Civis	68
4.5	Un cambiamento strutturale momentaneo	73
4.6	Propaganda per un trasporto pubblico gratuito	74

Introduzione

Ognuno di noi si definisce nel rapporto con gli altri e con l'ambiente e per la struttura di fondo degli strumenti che utilizza. Questi strumenti si possono ordinare in una serie continua avente a un estremo lo strumento dominante e all'estremo opposto lo strumento conviviale: il passaggio dalla produttività alla convivialità è il passaggio dalla ripetizione della carenza alla spontaneità del dono . . . Il rapporto industriale è riflesso condizionato, risposta stereotipa dell'individuo ai messaggi emessi da un altro utente, che egli non conoscerà mai, o da un ambiente artificiale, che mai comprenderà; il rapporto conviviale, sempre nuovo, è opera di persone che partecipano alla creazione della vita sociale. (Illich, 1993)

La storia dell'umanità sta attraversando l'era dell'utilizzo su larga scala dei combustibili fossili. Questo periodo storico è cominciato con la prima Rivoluzione Industriale e sta continuando tuttora all'inizio del XXI secolo, nonostante le numerose conseguenze negative che si stanno accumulando: inquinamento atmosferico, disoccupazione, sfruttamento lavorativo e crisi finanziarie solo per citarne alcune.

Tra le cause dell'inquinamento, in particolare quello atmosferico, vi è l'aumento costante del mezzo privato per trasporto passeggeri, l'automobile. L'Italia ha la più alta concentrazione di autovetture in Europa grazie all'incredibile rapporto di 60 unità ogni 100 abitanti. All'aumentare delle macchine aumentano i consumi di petrolio (risorsa che sta per raggiungere il suo picco massimo di produzione o picco di Hubbert) e quindi cresce anche l'immissione in atmosfera sia dei sottoprodotti della combustione (PM, NO_x , COV, SO_2 , CO) che dei veri prodotti, noti anche come gas serra (CO_2 e H_2O in

fase gas).

Automobile e petrolio sono strettamente legati da più di 150 anni di storia a partire dall'invenzione del cosiddetto motore "a scoppio". L'energia cinetica che consente lo spostamento della quasi totalità degli autoveicoli in circolazione è infatti ancora fornita da un motore più propriamente detto endotermico o a combustione interna: l'energia chimica contenuta nei combustibili fossili (gasolio, benzina, metano, GPL) a contatto con un comburente, generalmente aria, viene liberata sotto forma di calore, attraverso una reazione chiamata esotermica. Il calore così formato, opportunamente confinato in una camera di combustione, produrrà lavoro meccanico, il quale poi verrà convertito in energia di movimento. Allo stesso tempo si originano i gas di scarico, formati sia dai prodotti veri e propri della combustione, sia dai sottoprodotti, le cui componenti danno origine all'inquinamento atmosferico. Nelle aree urbane l'inquinamento atmosferico è una delle cause maggiori di malattie respiratorie e cardiovascolari, le quali gravano sul sistema sanitario pubblico, e vengono pagate anche da quelle persone che adottano stili di vita meno dipendenti dai combustibili fossili. Vengono citati molti studi a riguardo, specialmente fatti in Nuova Zelanda, che monetizzano le esternalità da trasporti, sia di quello pubblico (minime) che di quello privato. Questi valori sono in linea, per esempio, con quelli della Provincia di Torino ma contrastano con gli unici dati trovati per il territorio bolognese e riportati in un report di Nomisma.

Altre esternalità prodotte dalla mobilità in aree urbane, in particolare da quella privata, sono la congestione, gli incidenti stradali e il rumore. Queste voci incidono sul bilancio di un intero Paese e vengono pagate dalla collettività. Particolarmente ingenti sono i costi esterni legati alla congestione, dal momento che durante le ore trascorse nelle code quotidiane vi è sia una perdita di produttività, che un'elevata fuoriuscita di gas di scarico.

Gli abitanti del centro storico di Bologna hanno trovato una loro alternativa alla limitazione delle spese per congestione: l'utilizzo di motocicli e ciclomotori. Questi non producono i benefici sperati poiché sono comunque altamente rumorosi e inquinanti e causano dei costi esterni per passeggero-km superiori all'automobile.

Questa tesi intenderà dimostrare che per ridurre tali esternalità sarà necessario introdurre un cambio di paradigma. L'intera società dovrà condividere e mettere in pratica la teoria della decrescita, la quale si manifesterà con conseguenze che porteranno benefici su diversi piani strutturali. Lo slogan dello *Sviluppo Sostenibile* si sta dimostrando inappropriato poiché considera le risorse della Terra infinite, così come gli economisti che credono nel libero mercato. Non si capisce effettivamente quali siano le esigenze delle generazioni presenti e di quelle future. Quelle di un americano o di un mozambicano? La teoria della decrescita è invece capace di fornire una soluzione realmente sostenibile.

Per quanto riguarda l'applicazione di questa teoria alla mobilità nelle aree urbane, vengono mostrate alcune strade immediatamente percorribili. Bisognerà investire prevalentemente sul trasporto pubblico, e una volta che avverrà l'integrazione fra le politiche sanitarie e quelle dei trasporti, sarà possibile renderlo totalmente gratuito (al mondo già esistono dei casi no-fare). Allo stesso tempo, per tutelare la qualità di vita degli abitanti nelle aree urbane, come nel caso di Bologna, si dovrà provvedere alla chiusura totale del centro storico alla mobilità privata motorizzata, quindi automobili e motocicli. Per chiudere il quadro, il TPL dovrà essere a bassissimo impatto ambientale e dovrà fornire un servizio efficiente in tutte le ore della giornata.

Questo elaborato, infine, offre alcuni spunti per sviluppi futuri sia in campo ingegneristico, che economico e sociale. Per esempio, per quanto riguarda il settore tecnico, sarà possibile progettare una linea filobus alimentata sia dai pannelli fotovoltaici posti sui tetti delle case dell'area urbana di Bologna, che da turbine mini-idroelettriche collocate nei canali sotterranei della città.

Nel Capitolo 1 si mette in discussione lo sviluppo sostenibile partendo dall'aumento dei consumi energetici soprattutto nel settore dei trasporti. Questo modello sociale ed economico non è chiaro nella sua affermazione. In questi anni si stanno manifestando avvenimenti, come l'aumento del prezzo del barile di petrolio, che ostacolano la lungimiranza di un mercato globale, ma che allo stesso tempo originano la nascita di un nuovo paradigma.

Il Capitolo 2 spiega cosa sono le esternalità ed in particolare le esternalità dei trasporti attraverso una serie di dati ed esempi disponibili in letteratura;

si evidenzia l'incapacità del sistema economico attuale, ancora fortemente legato al PIL, di riuscire a tener conto dei costi esterni negativi, e di applicare realmente il principio "chi inquina paga".

Nel Capitolo 3 vengono analizzate le caratteristiche del trasporto privato e pubblico del Comune di Bologna ed inoltre si fornisce una quantificazione di alcuni costi sostenuti dalla collettività per conseguenze legate all'inquinamento atmosferico da traffico.

Il Capitolo 4 propone delle soluzioni immediate per raggiungere alti standard di qualità di vita nelle città e avere un'area urbana libera dalle emissioni inquinanti di natura fossile: tra queste soluzioni rientrano il trasporto collettivo gratuito, la chiusura dei centri storici alla mobilità privata e l'introduzione di autobus ZEV.

Nel Capitolo 5, infine, viene avanzata una proposta operativa che ha come scopo quello di incanalare i ricavi provocati da un aumento sostanziale della tariffazione da sosta all'interno delle mura verso il TPL e renderlo così totalmente gratuito con il tempo. Saranno gli automobilisti e i motociclisti con la sosta a finanziare in una prima fase il servizio di trasporto pubblico in aree urbane.

Capitolo 1

Verso una società della decrescita

Il consumo di energia per la maggior parte di natura fossile e quindi non rinnovabile induce forti pressioni sull'ambiente (Armaroli e Balzani, 2005), come l'inquinamento atmosferico e delle acque. La costante crescita del trasporto su strada sta vanificando gli sforzi che si stanno compiendo nel settore industriale/produttivo per limitare tali pressioni e fino ad ora le misure intraprese per ridurre il consumo energetico nel trasporto stradale non hanno avuto l'effetto desiderato. L'economia di libero mercato richiederà sempre maggiori spostamenti, quindi maggiori consumi energetici e maggiori pressioni. Il paradigma dello sviluppo sostenibile non riesce a conciliare consumi e compatibilità ambientale, l'efficienza viene contrastata da un mercato sempre più grande che necessita di una quantità di input energetico sempre più elevata. Per questo motivo si sta aprendo strada un nuovo paradigma, la teoria della decrescita, che ha lo scopo di ridurre i consumi, abbassare i costi sociali e di conseguenza le pressioni che gravano sull'ecosistema Terra.

1.1 I consumi per settore

Tra il 1990 e il 2007 il consumo finale di energia nell'Europa a 27 Paesi Membri è aumentato del 8,4% superando la soglia dei 1000 MTOE¹. Il settore dei trasporti rimane quello con la crescita più elevata, circa il 34% nell'arco

¹1 MTOE = 42.000 TJ.

del periodo in esame, seguito dal settore dei servizi. L'unico settore i cui consumi di energia hanno subito una diminuzione è stato quello industriale, dato influenzato sia dalle innovazioni tecnologiche sia dalla fuga delle attività produttive in altri Paesi extra europei.

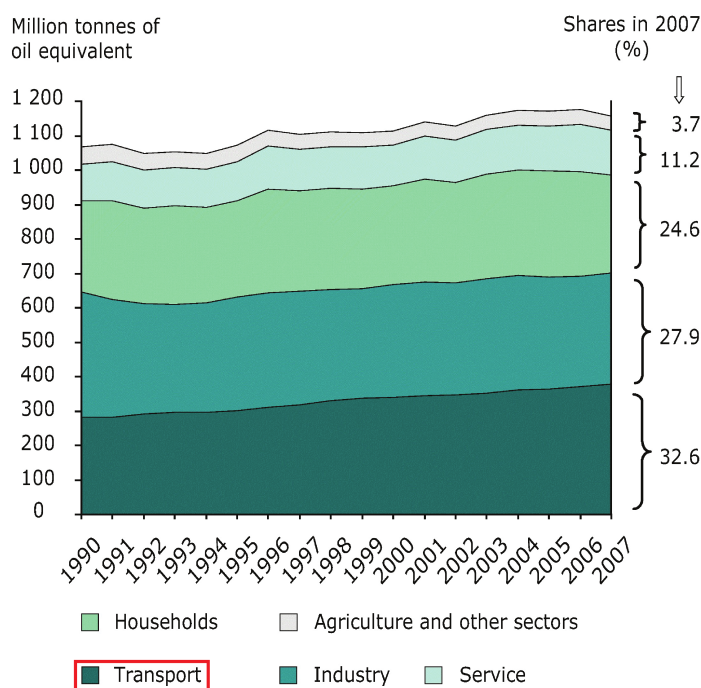


Figura 1.1: Andamento dei consumi energetici per settore in Europa dal 1990 al 2007. *Fonte: www.eea.europa.eu/data-and-maps*

I trasporti, in Europa, consumano il 32,6% del totale dell'energia. Le cause maggiori che hanno condotto a questo scenario sono state principalmente tre:

- elevato numero di auto private in ambito cittadino;
- aumento della domanda del trasporto di merci;
- nascita e consolidamento delle linee aeree dette *low cost*.

Analizziamo adesso il contributo dato ai consumi energetici dal settore in oggetto: i trasporti. Vedremo che sono i trasporti su strada quelli che si appropiano della fetta maggiore. Questo elaborato si concentrerà su quest'ultima

tipologia, che comprende sia il trasporto di merci che il trasporto passeggeri pubblico e privato in aree urbane e in strade a scorrimento veloce, sviluppando le criticità che accompagnano la mobilità privata e pubblica in città. In particolare, si prefiggerà di trovare delle soluzioni che agiranno sulla riduzione della mobilità privata in ambito cittadino.

1.2 I consumi nel settore dei trasporti

Se facciamo riferimento ai dati forniti dall'Agenzia Europea per l'Ambiente nel gennaio 2011, tra il 1990 e il 2008 il consumo di energia dei trasporti è cresciuto di circa un terzo nei 32 Paesi aderenti all'Unione Europea. I miglioramenti in materia di efficienza energetica dei mezzi di trasporto non sono stati compensati da una diminuzione della domanda. Al contrario, sia il trasporto stradale che aereo hanno subito un netto incremento, che ha causato un aumento dei consumi energetici portandolo a 458 MTOE. Di questa quantità, la fetta maggiore viene consumata dai 15 Stati Membri originari.

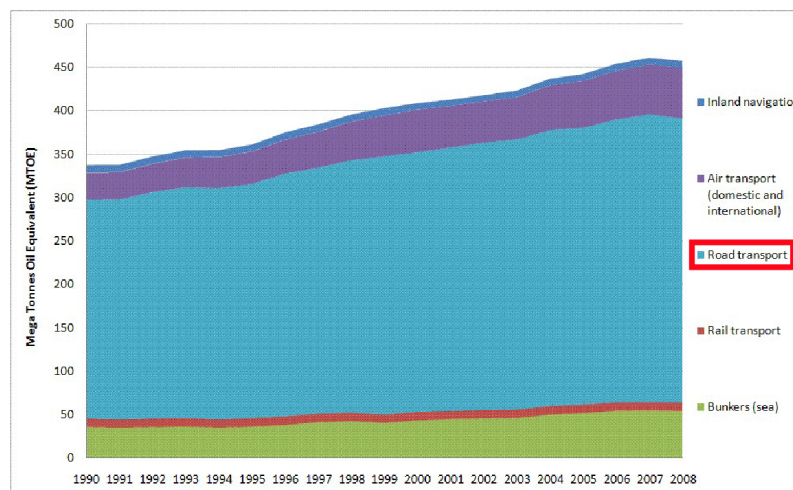


Figura 1.2: Andamento dei consumi energetici nel settore dei trasporti in Europa dal 1990 al 2008. *Fonte: www.eea.europa.eu/data-and-maps*

Soltanto nel 2008, per la prima volta dal 1990, si è verificata una diminuzione dell'energia consumata dai trasporti. Questo fatto si riconduce alla recessione economica mondiale, ma non durerà a lungo: le proiezioni predicono che l'opinabile rinascita economica solleciterà un ritorno al trend abituale. Facendo sempre riferimento al periodo 1990-2008, il consumo di energia del trasporto su strada è incrementato del 32% nei primi Paesi Membri e del 63% nei nuovi Paesi aderenti alla Comunità Europea (EU). L'incidenza dei consumi da trasporto su strada sul totale raggiunge quasi la quota dell'85%.

La Commissione Europea ha definito insufficienti le politiche che mirano solo al miglioramento dell'efficienza dei veicoli, perché riducendo i costi per km si può provocare l'effetto-rimbalzo causando un incremento della domanda. Viene quindi messo in discussione il modello dello sviluppo sostenibile, il quale non sta riuscendo a bloccare la corsa all'esaurimento delle risorse.

1.2.1 La penetrazione dei combustibili fossili nei trasporti

Nel 2007, secondo la IEA (International Energy Agency), il 96% dell'energia utilizzata dal settore dei trasporti era di origine fossile, in particolare proveniva da prodotti petroliferi. Viene anche fatta una proiezione al 2030, in cui si mostra un calo della risorse fossile a favore di una maggior utilizzo di energie classificate come rinnovabili, in particolare i biocombustibili. Inoltre, non si assisterà ad un calo della fonte energetica, ma tutt'altro, l'incremento della popolazione in Africa, Cina ed India causerà un tasso di motorizzazione privata maggiore, accompagnata da una crescita dei collegamenti aerei e dello scambio delle merci via strada. L'auto elettrica, infine, non provocherà una decrescita delle estrazioni petrolifere se l'energia elettrica verrà ancora prodotta attraverso fonti non rinnovabili. Di seguito verrà mostrato un quadro generale dell'incidenza dei combustibili fossili nei vari settori nel 2007, compreso quello dei trasporti.

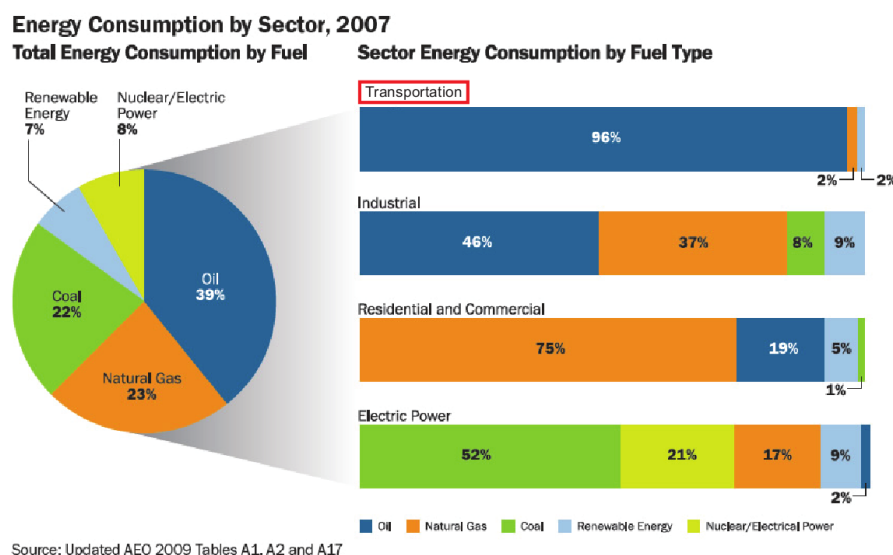


Figura 1.3: Incidenza dei combustibili fossili nei vari settori nel 2007. *Fonte: Annual Energy Outlook 2009*

1.3 I consumi del trasporto su strada

Come abbiamo riportato nel paragrafo precedente, il trasporto su strada consuma circa l'85% delle 458 MTOE consumate dal settore dei trasporti nel 2008, quindi circa 390 MTOE. Di questa quantità, i due terzi sono collegati alla mobilità delle persone, mentre il restante un terzo si riconduce al trasporto delle merci. Se restringiamo ulteriormente il campo al solo trasporto passeggeri, individuiamo un altro dato interessante: la mobilità delle persone è effettuata per l'80% da mezzi privati (autovetture e motocicli).

Inoltre, concludiamo dicendo che l'origine di questo dato si può far risalire al fatto che le migliorie tecnologiche sono state vanificate dal crescente numero di chilometri annuali effettuati dal singolo mezzo sia per trasporto passeggeri che merci.

La seguente torta dei consumi si riferisce all'Australia, le cui percentuali relative al trasporto su strada rispecchiano il modello europeo. Sottolineo la difficoltà a trovare studi più approfonditi a riguardo a livello europeo.

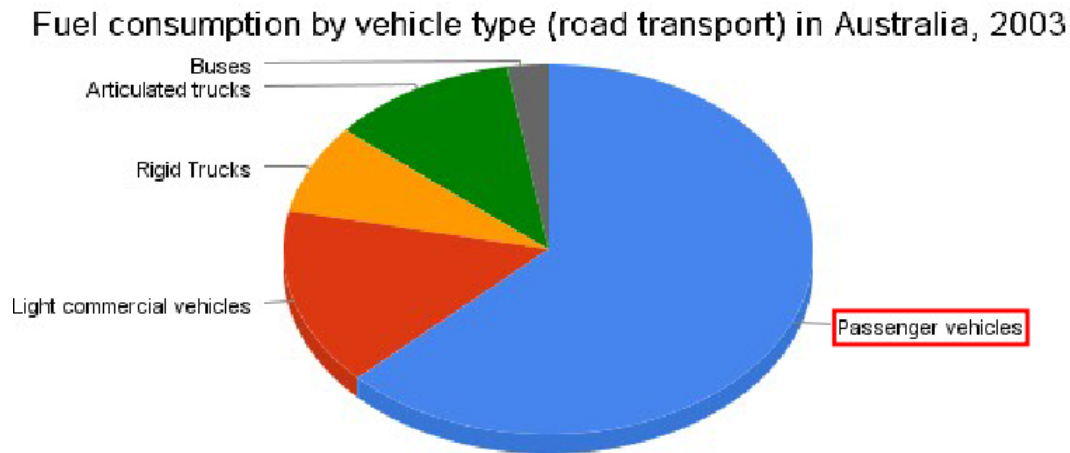


Figura 1.4: Torta dei consumi energetici nel settore dei trasporti su strada in Australia, non molto differente da quella europea.
Fonte: <http://melbourne.metblogs.com/2008/08/14/a-closer-look-transport-sector-energy-use/>

1.4 Sviluppo sostenibile vs. decrescita sostenibile

La prima decade del Ventunesimo secolo è stata caratterizzata da un'incredibile espansione del mercato globale a discapito dell'ecosistema Terra. Con il passare del tempo l'opinione pubblica ha preso coscienza di alcuni concetti fondamentali come l'inquinamento di natura fossile, la perdita di biodiversità e il picco del petrolio. In generale, è emerso il limite termodinamico dell'economia di mercato, già teorizzato negli anni Settanta dall'economista Georgescu-Roegen (Georgescu-Roegen, 2003). Il primo modello proposto su scala mondiale per mantenere il sistema è lo *Sviluppo Sostenibile*, il cui scopo è quello di incorporare la sostenibilità ambientale nell'utopia della crescita infinita. In alternativa si sta via via affermando il modello della decrescita sostenibile, il quale promuove una riduzione della produzione e dei consumi (Martinez-Alier *e altri*, 2010).

1.4.1 Obsolescenza del vecchio paradigma²

Espressioni come “guerra pulita” o “economia solidale” sono molto utilizzate ai giorni nostri in contesti persuasivi. Anche *Sviluppo Sostenibile* appartiene a questa categoria di espressioni mondane, ma che un letterato chiamerebbe ossimori (Latouche, 2007).

L’affermazione classica che spiega il significato di sviluppo sostenibile nasce nel 1987 dalla Commissione Mondiale per l’Ambiente e lo Sviluppo (Commissione Brundtland o WCED), la quale cercava di massimizzare i consensi fra gli esponenti dei Paesi del Nord che davano più importanza ai diritti dell’ambiente e quelli dei Paesi del Sud che tendevano a mettere l’accento sulle richieste di giustizia. Quello che ne uscì fu la seguente definizione: “lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere le capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni” (WCED, 1990). Molte domande emergono da questa definizione ambivalente: quali sono i bisogni e di chi sono? Quelli di un americano, di un europeo o di un mozambicano? Uno sviluppo sostenibile dovrebbe soddisfare i bisogni di acqua, terra e sicurezza economica oppure i bisogni di viaggi aerei e depositi bancari? Si tratta di bisogni di sopravvivenza oppure di bisogni di lusso? (Sachs, 2002)

L’idea di sviluppo sostenibile condivisa dall’ambiente capitalista può essere sintetizzata dalle parole di Michel de Fabiani, presidente di British Petroleum France, pronunciate nel dicembre 2001: “Sviluppo sostenibile significa anzitutto produrre più energia, più petrolio, più gas, forse più carbone e più nucleare e sicuramente più energie rinnovabili. Nello stesso tempo bisogna assicurarsi che questo non avvenga a detrimento dell’ambiente”.

Da queste parole emerge chiaramente un paradosso: l’economia di mercato dovrà cercare di produrre sempre più beni, estrarre una quantità sempre maggiore di materie prime, favorendo l’ambiente, e allo stesso tempo deve dare a un numero sempre crescente di persone, che assumeranno il ruolo di clienti, la possibilità di godere dei frutti delle nuove tecnologie. Ma tutto questo è impossibile che avvenga senza detrimento all’ambiente. I primi due

²Terminologia introdotta dal filosofo statunitense Kuhn (Kuhn, 1969).

principi della termodinamica affermano che maggiore è la velocità di flusso energetico da una forma ad alto livello energetico (energia chimica contenuta nei legami carbonio-idrogeno dei combustibili fossili) ad un'altra a minor livello energetico (energia elettrica o di movimento), maggiore sarà anche il grado di disordine (l'entropia di qualsiasi sistema è sempre in aumento) che si crea e la quantità di rifiuti e inquinamento prodotta (calore, CO_2 , NO_x , ecc.) (Kerschner, 2010).

Eco efficienza è senz'altro un elemento chiave per comprendere il significato dello sviluppo sostenibile (Sachs, 2002). Attraverso l'opera persuasiva del marketing i consumatori sono portati ad acquistare automobili ed elettrodomestici idealmente sostenibili (a basso impatto ambientale ovvero che consumano poco), anche se non necessari. L'eco efficienza perderà di significato nel momento in cui le persone che aspirano al nuovo modello di frigorifero sostenibile cresce. Non è sbagliato dire che le 10 automobili su 100 abitanti di una volta gravano sull'ambiente come le 90 auto su 100 abitanti dei giorni nostri. Concludendo, un'economia di mercato che si basa sui principi dello sviluppo sostenibile, cercherà di avere una ridotta impronta ecologica in input, ma un numero sempre crescente di prodotti finiti che cercherà di vendere su un mercato sempre più ricco di clienti. Per questa ragione, i benefici dati dalla riduzione di prelievo di materie prime perderanno di significato perché saranno superati dai danni causati all'ambiente per avere una produttività sempre maggiore destinata a soddisfare necessità fittizie di una società consumistica, in cui l'individuo è passato dalla qualifica di utente a quella di cliente.

1.4.2 La decrescita come alternativa

Immaginiamo questo scenario quotidiano. Ogni mattina, dalle 7 alle 9 la strada a scorrimento veloce Bologna-Crespellano è intasata di autovetture che vanno da Crespellano a Bologna e viceversa. Tutte persone che per muoversi utilizzano un mezzo privato per andare a lavorare, a fare la spesa o per accompagnare i figli a scuola. Questo vuol dire anche che i cittadini che abitano a Bologna svolgono attività di vario tipo a Crespellano e gli abi-

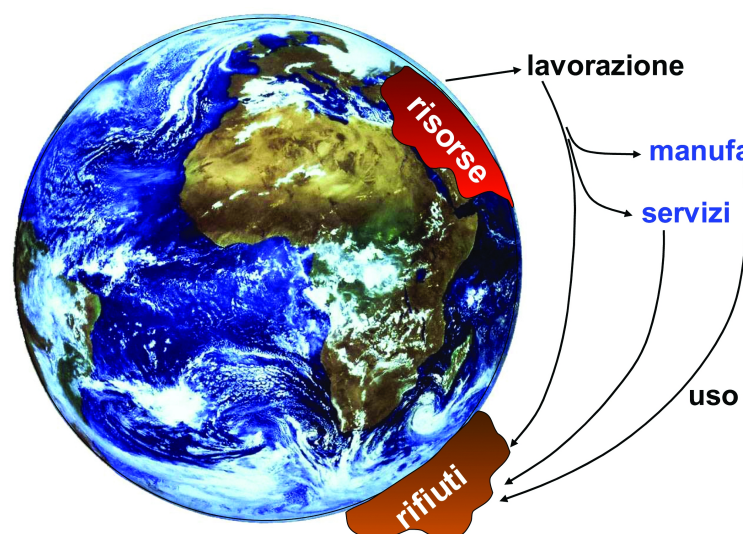


Figura 1.5: In una visione dall'alto della Terra emerge una breve sintesi del processo economico e termodinamico in atto. L'estrazione di petrolio (bassa entropia) e l'accumulo di rifiuti nell'atmosfera (alta entropia). *Fonte: Armaroli e Balzani*

tanti di Crespellano risiedono nel loro comune solo per dormire. Verrebbe quasi da dedurre che più lontano è situato il posto di lavoro, meglio è per un'economia basata sul PIL (Gadrey e Jany-Catrice, 2005), quindi per tutta la società intesa come collettività. In realtà, la collettività subisce un forte danno, perché dovrà pagare una spesa sanitaria sempre crescente dovuta all'aumento delle malattie respiratorie causate dai prodotti della combustione di carburanti non rinnovabili, e dell'obesità perché più tempo viene trascorso in automobile, meno energia rinnovabile intesa come carboidrati e proteine assunte dalla dieta viene consumata, più energia non rinnovabile (derivati del petrolio) viene sprecata.

L'economia concepita come transazione di denaro e consumo di materie prime non rinnovabili ne trae vantaggio perché maggiori sono le distanze percorse, maggiori sono i consumi di carburante, maggiore è l'usura degli pneumatici e quindi il PIL aumenta. Poi, se ci si ritrova incolonnati il Prodotto Interno Lordo cresce ulteriormente perché si consuma carburante stando fermi (Pallante, 2005).



Figura 1.6: Nascita del movimento della decrescita a Piazza della Bastiglia (Parigi). *Fonte: Wikipedia*

Il funzionamento del sistema economico attuale dipende essenzialmente da risorse non rinnovabili. La teoria della decrescita acquista consenso quando si prende atto che le riserve di materie prime e le fonti di energia utilizzate come input nei processi produttivi sono limitate. Ne segue che è impossibile credere nel paradigma della crescita infinita, deduzione che corregge anche l'ipotesi di una crescita costante del PIL. La ricchezza prodotta dai sistemi economici non consiste soltanto in beni e servizi: esistono altre forme di ricchezza sociale, come la salute degli ecosistemi, la qualità della giustizia, le buone relazioni tra i componenti di una società, il grado di uguaglianza, il carattere democratico delle istituzioni (Ellul, 1998). Queste voci non rientrano nel PIL, il cui incremento può avvenire arrecando danno a queste altre forme di ricchezza.

1.5 Le 8 R: nascita di un nuovo paradigma

La società della decrescita presuppone, come primo passo, la drastica diminuzione degli effetti negativi della crescita e, come secondo passo, l'attivazione dei circoli virtuosi legati alla decrescita: ridurre il consumo di risorse non rinnovabili non può che condurci ad un miglior modo di vivere. Questo processo

comporta 8 obiettivi interdipendenti, le 8 R, che verranno di seguito illustrate sinteticamente.

Rivalutare. Rivedere i valori in cui crediamo e in base ai quali organizziamo la nostra vita. L'altruismo dovrà prevalere sull'egoismo, la cooperazione sulla concorrenza, il piacere del tempo libero sull'ossessione del lavoro, la cura della vita sociale sul consumo illimitato, il locale sul globale, il bello sull'efficiente, il ragionevole sul razionale. Questa rivalutazione deve poter superare l'immaginario in cui viviamo, i cui valori sono sistemici, sono cioè suscitati e stimolati dal sistema, che a loro volta contribuiscono a rafforzare.

Ricontestualizzare. Modificare il contesto concettuale ed emozionale di una situazione, o il punto di vista secondo cui essa è vissuta, così da mutarne completamente il senso. Questo cambiamento si impone, ad esempio, per i concetti di ricchezza e di povertà e ancor più urgentemente per scarsità e abbondanza, la "diabolica coppia" fondatrice dell'immaginario economico. L'economia attuale, infatti, trasforma l'abbondanza naturale in scarsità, creando artificialmente mancanza e bisogno, attraverso l'appropriazione della natura e la sua mercificazione.

Ristrutturare. Adattare in funzione del cambiamento dei valori le strutture economico-produttive, i modelli di consumo, i rapporti sociali, gli stili di vita, così da orientarli verso una società di decrescita. Quanto più questa ristrutturazione sarà radicale, tanto più il carattere sistemico dei valori dominanti verrà sradicato.

Rilocalizzare. Consumare essenzialmente prodotti locali, prodotti da aziende sostenute dall'economia locale. Di conseguenza, ogni decisione di natura economica va presa su scala locale, per bisogni locali. Inoltre, se le idee devono ignorare le frontiere, i movimenti di merci e capitali devono invece essere ridotti al minimo, evitando i costi legati ai trasporti (infrastrutture e inquinamento).

Ridistribuire. Garantire a tutti gli abitanti del pianeta l'accesso alle risorse naturali e ad un'equa distribuzione della ricchezza, assicurando un lavoro soddisfacente e condizioni di vita dignitose per tutti. Predare meno piuttosto che “dare di più”.

Ridurre. Sia l'impatto sulla biosfera dei nostri modi di produrre e consumare che gli orari di lavoro. Il consumo di risorse va ridotto sino a tornare ad un'impronta ecologica pari ad un pianeta. La potenza energetica necessaria ad un tenore di vita decoroso (riscaldamento, igiene personale, illuminazione, trasporti, produzione dei beni materiali fondamentali) equivale circa a quella richiesta da un piccolo radiatore acceso di continuo (1 kW). Oggi il Nord America consuma dodici volte tanto, l'Europa occidentale cinque, mentre un terzo dell'umanità resta ben sotto questa soglia. Questo consumo eccessivo va ridotto per assicurare a tutti condizioni di vita eque e dignitose.

Riutilizzare. Riparare le apparecchiature e i beni d'uso anziché gettarli in una discarica, superando così l'ossessione, funzionale alla società dei consumi, dell'obsolescenza degli oggetti e la continua “tensione al nuovo”.

Riciclare. Recuperare tutti gli scarti non decomponibili derivanti dalle nostre attività.

Alcuni di questi punti possono essere applicati anche al settore dei trasporti su scala urbana.

Rivedere nel suo complesso il concetto di mobilità in aree urbane: gli spostamenti non dovranno dipendere dai combustibili fossili (o in minima parte da combustibili a basso impatto ambientale) e dovranno radicalmente dipendere dall'utilizzo del TPL.

Ricontestualizzare il contesto culturale attuale: il marketing dovrà dare spazio maggiore alla comodità e utilità del TPL e dissuadere il cittadino al-

1.6. IL RUOLO DEL PGTU NELLA RIDUZIONE DELLA MOBILITÀ PRIVATA¹⁷

l'acquisto di automezzi privati ad alto impatto ambientale, come i SUV.

Ristrutturare la struttura economica applicando il principio “chi inquina paga”: bisognerà internalizzare i costi esterni dei mezzi privati in maniera adeguata.

Ridurre il numero di autoveicoli e motocicli in aree urbane e quindi i consumi del settore dei trasporti, incentivando un TPL a basso impatto ambientale o basato su veicoli cosiddetti a zero emissioni³ (ZEV).

Riutilizzare la struttura aerea filoviaria se già presente nel contesto urbano.

1.6 Il ruolo del PGTU nella riduzione della mobilità privata

Gli spostamenti con mezzi privati in aree urbane rappresenta la fetta con i consumi energetici maggiori. Perciò è di estrema importanza attuare una politica di riduzione della mobilità privata, dal momento che il crescente utilizzo di automezzi privati in aree urbane ha prodotto conseguenze negative visibili (una parte di queste saranno chiamate esternalità ed analizzate nel capitolo successivo) sul piano economico, sociale ed ambientale. Ad esempio citiamo:

- la congestione delle città;
- i disagi e le difficoltà per ciclisti e pedoni;
- il rischio di incidenti;

³Questa sigla si riferisce esclusivamente alle emissioni che vengono prodotte durante la fase di esercizio. Tuttavia, se vengono considerate le emissioni prodotte durante tutto il ciclo di vita di un veicolo, dalla fase di progettazione e assemblaggio fino alla fase di dismissione, si deduce che queste non saranno mai zero.

- l'elevato livello di inquinamento acustico ed atmosferico;
- il consumo di fonti energetiche non rinnovabili;
- la sottrazione di suolo dovuto al fenomeno della “città diffusa”.

Attualmente, sono stati introdotti modelli di mobilità sostenibile volti a sensibilizzare il cittadino ad un uso consapevole del mezzo di trasporto privato. Per esempio, in Italia, attraverso l'attuazione del PGTU, i Comuni cercano di svolgere il loro compito finalizzato ad ottenere il miglioramento delle condizioni della circolazione e della sicurezza stradale, la riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico ed il risparmio energetico. Di seguito sono riportati i punti salienti del Piano Generale del Traffico Urbano del Comune di Bologna (AA.VV., 2006b):

- investire sul trasporto pubblico di persone, utilizzando i sistemi meno inquinanti (autoveicoli a metano, filobus);
- incrementare sistemi di mobilità intermodale, aumentando la disponibilità di parcheggi-scambio nei quali è possibile lasciare la macchina per proseguire il tragitto mediante mezzi pubblici;
- introdurre il *mobility management* e il piano della mobilità;
- introdurre servizi di *car sharing*, che consiste nell'uso collettivo di un parco di autoveicoli messi a disposizione dall'Amministrazione Comunale;
- incentivare il *car pooling* o uso collettivo dei mezzi privati, da parte di soggetti che devono compiere lo stesso tragitto;
- promuovere la mobilità alternativa (ciclabile e pedonale);
- promuovere iniziative di educazione stradale e campagne di sensibilizzazione per indirizzare i cittadini ad un uso sempre più limitato del mezzo privato.

Tra le proposte emerse dal PGTU del Comune di Bologna, la tesi articolerà una relazione in favore del primo punto, ritenendolo prioritario e ricco di sviluppi immediati, che metteranno in azione i principi della teoria della decrescita.

1.7 Conclusioni

Nell'ambito della mobilità cittadina il sistema dello sviluppo sostenibile è impraticabile, perché ha come scopo il miglioramento dell'efficienza dei motori e non intende ridurre il numero degli utilizzatori finali di un autovettura o di un ciclomotore.

Verrà introdotto sul mercato un numero sempre crescente di automobili, con un consumo di combustibile minore, un fattore di emissione di CO_2 minore e delle emissioni di inquinanti minori, le cui prestazioni ambientali attireranno sempre più clienti che faranno annualmente un numero di chilometri sempre maggiore. Questo meccanismo purtroppo sta conducendo la mobilità urbana al collasso, anche visibile dall'esperienza quotidiana: code, smog e troppo spazio sottratto all'individuo in favore del mezzo privato. Per ovviare a questa situazione, la teoria della decrescita offre un visione futuribile e immediata di ambiente urbano.

Capitolo 2

Le esternalità

Sulla base degli studi analizzati e dell'esperienza quotidiana, il sistema dei trasporti su strada attuali è inappropriato, usando una terminologia dell'economista Schumacher (Schumacher, 1977), perché è insostenibile, causa forti pressioni sull'ambiente e non sfrutta risorse locali.

Risulta di fondamentale importanza la quantificazione monetaria dei danni che il sistema dei trasporti causa alla società. Le spese maggiori possono essere sia di tipo psicologico, che fisico: nel primo caso sarà il benessere personale a risentirne, mentre nel secondo caso verrà colpita la spesa pubblica (la sanità), quindi la collettività.

La letteratura su questo tema è davvero ampia sia a livello locale che mondiale, tuttavia mancano delle strategie e dei metodi di risoluzione condivisi ed effettivamente applicati su scala mondiale. Per quanto riguarda la città di Bologna, non esistono dati che riportino le spese per esternalità da trasporti. Lo scopo di questo capitolo è di riportare i risultati di alcune pubblicazioni e cercare di evidenziare le criticità e gli sprechi che un sistema dei trasporti basato sull'automobile causa e lascia alle generazioni future.

2.1 Una definizione di esternalità

In economia una esternalità si manifesta quando l'attività di produzione o di consumo di un soggetto influenza, negativamente o positivamente, il benessere di un altro soggetto, senza che quest'ultimo riceva una compensazione (nel caso di impatto negativo) o paghi un prezzo (nel caso di impatto positivo) pari al costo o al beneficio sopportato/ricevuto. Supponiamo per esempio che un'attività qualsiasi, sia essa di consumo o di produzione produca l'emissione di inquinanti dannosi per la salute umana, o per l'ambiente. In generale, chi decide di esercitare questa attività non tiene conto, a meno che non vi sia costretto, di questi ulteriori costi che ricadono soprattutto su altri, sulla collettività, e quindi vengono significativamente chiamati *costi esterni* (Richiardi, 2004). Molteplici sono i motivi per avere delle stime delle esternalità. Innanzitutto, questo permette sia una migliore valutazione delle diverse tecnologie, evidenziandone eventuali punti deboli al di là del loro prezzo di mercato, sia una scelta delle tecniche o strategie più economiche. In secondo luogo consente la creazione di indicatori di benessere e di sostenibilità più completi, come l'Indice di Sviluppo Umano (ISU), l'Indice di Benessere Sostenibile (RIBES) o l'Impronta Ecologica. Rende inoltre possibile una corretta analisi costi-benefici per l'intervento pubblico, per esempio riguardo a misure di protezione dell'ambiente. Infine, quando conduca all'implementazione di azioni volte ad internalizzare le esternalità permette di raggiungere anche obiettivi di efficienza e di equità sociale (Richiardi, 2004). L'importanza della valutazione dei costi esterni è stata riconosciuta, in ambito internazionale, a partire dall'Agenda XXI (1992). Contestualmente, essa veniva fatta propria anche dall'Unione Europea, con il V Programma d'Azione per l'Ambiente. La centralità del problema delle esternalità nei trasporti viene affermata dalla Commissione Europea sia nel 1995 (CE, 1995) che nel 1998 (CE, 1998). Con quest'ultimo documento la Commissione Europea sceglie di affrontare il problema delle esternalità con una strategia di internalizzazione, mirando cioè all'identificazione di tariffe specifiche per le diverse modalità di trasporto, per i diversi contesti e i diversi periodi di utilizzo (ore di punta, ecc.).

2.2 Le esternalità nei trasporti

Il settore dei trasporti, fortemente dipendente dai combustibili fossili situati in aree geo-politicamente instabili, risente di alcune importanti esternalità negative che in genere vengono riportate come costi indiretti. Come tali, questi costi ricadono sulla società nel suo complesso, e quindi si scaricano nell'ambiente in cui viviamo (Santos *e altri*, 2010a). Le principali esternalità del settore dei trasporti sono:

- gli incidenti stradali;
- l'inquinamento atmosferico;
- l'inquinamento acustico;
- il riscaldamento globale;
- la congestione;
- i danni alle strade e agli edifici;
- la dipendenza dal petrolio.

Fra queste voci, quelle che incidono maggiormente sul totale dei costi esterni derivanti dai trasporti sono la congestione, gli incidenti stradali e i danni ambientali (circa il 94%) (Jakob *e altri*, 2006). Il restante 6% è imputato ai costi derivanti dai cambiamenti climatici, che però non verranno affrontati in questa occasione.

2.3 Incidenti stradali

Le esternalità provocate da incidenti stradali nascono quando un veicolo in più sulla strada aumenta la probabilità che un altro utente della strada venga coinvolto in un incidente (Newbery, 1990).

Sebbene sia ragionevole pensare che più veicoli ci sono, maggiore è la probabilità di incidenti, bisogna tenere in considerazione la tendenza dei conducenti a guidare a velocità moderate e dei ciclisti a prestare maggiore attenzione in caso di traffico elevato in aree urbane. Quindi, un veicolo in più sulla strada aumenta il rischio di collisione, ma siccome il conducente guiderà a velocità minori a causa della congestione, l'impatto sarà meno violento, e quindi di entità economica minore (Santos *e altri*, 2010a). Tuttavia ciò non viene considerata come esternalità positiva.

I costi esterni connessi ad incidenti stradali, dei quali i due terzi avvengono in aree urbane secondo il WHO, sono:

- morte prematura;
- danni materiali;
- assicurazione;
- spese legali;
- spese pubbliche (sanità, soccorso stradale);
- perdita di produttività economica (assenza dal lavoro);
- danni morali familiari.

Se consideriamo il bollettino annuale dell'Automobile Club d'Italia dal 2005 al 2010, si evince che i costi sociali per incidenti stradali in Italia ammontano sempre intorno a 30 miliardi di euro, circa il 2,5% del PIL. In alcuni studi (Molocchi, 2007), invece, agli incidenti stradali viene associato un onere finanziario più basso, perché vengono esclusi i danni materiali al veicolo. Molocchi conclude che i costi esterni da incidenti stradali in Italia ammontano a solo 4 miliardi di euro nel 2003, in quanto gli utenti sostengono buona parte dei danni attraverso i premi assicurativi.

2.4 Danni ambientali

Le esternalità ambientali da trasporto su strada includono gli impatti da emissioni e rumore, modifica del paesaggio e impoverimento della biodiversità. Fra queste, sono state monetizzate e quantificate solo il rumore e le emissioni atmosferiche (DfT, 2004).

Il rumore danneggia la salute umana e interferisce con le attività umane quotidiane. Secondo l'istituto WHO, il rumore causato dai trasporti su strada ha effetti su circa un terzo della popolazione europea (WHO, 2007). I maggiori apparati di protezione contro l'inquinamento acustico sono:

- doppi vetri per le finestre (tuttavia necessari per ridurre la dispersione termica degli edifici);
- barriere acustiche intorno a strade ad alta percorribilità in zone abitate.

Le emissioni da trasporto stradale hanno impatti negativi a livello locale, regionale e globale. Questi ultimi due livelli non verranno presi in esame; non verranno infatti considerati i maggiori responsabili dell'effetto serra, ovvero i principali prodotti della combustione, la CO_2 e l'acqua in fase gas. Altri aspetti che si tralasceranno sono sia le emissioni da processi di evaporazione di petrolio e suoi derivati durante la fase di produzione, immagazzinamento e distribuzione lontane dai centri abitati sia le fuoriuscite di vapori durante la fase di riempimento delle cisterne dei distributori di benzina situati in zone urbane. Se restringiamo il campo su una scala locale, avremo sempre che il settore dei trasporti è il maggiore responsabile dell'inquinamento atmosferico nei centri urbani. Questo è dovuto al fatto che la maggior parte dell'energia consumata dal trasporto su strada è di origine fossile, quindi non rinnovabile. Anche le centrali termiche per il riscaldamento domestico sono alimentate da una risorse non rinnovabile, il gas naturale o metano se facciamo riferimento al caso italiano, ma la sua combustione è nettamente più pulita.

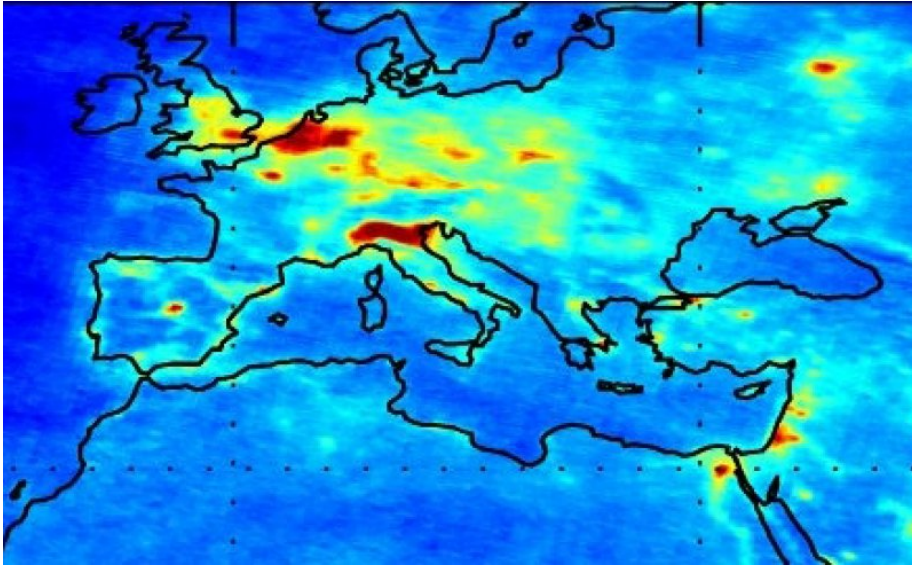
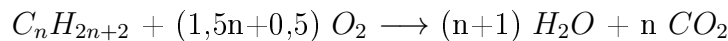


Figura 2.1: Una mappa satellitare dell'inquinamento da PM_{10} in Europa.

2.4.1 I sottoprodotti della combustione

Il processo di combustione è una reazione chimica di un idrocarburo con l'ossigeno. Tutti i motori endotermici bruciano un combustibile reagendo con l'aria e danno anidride carbonica e vapore acqueo¹. Tale reazione può essere scritta nel modo seguente:



L'idrocarburo usato come reagente in questo caso è un generico alcano. Gli alcani sono tra i componenti fondamentali sia delle benzine che del gasolio. Anche i combustibili più puliti come il metano (CH_4) e il GPL sono prevalentemente formati da alcani. Tuttavia, in questo trattato non ci interesseremo dei prodotti di reazione ma analizzeremo i sottoprodotti (o inquinanti) di questa quotidiana reazione chimica.

Gli inquinanti primari (quelli che si formano direttamente nella camera di combustione) di maggior interesse sono gli NO_x , i COV e il *Particulate Matter*, le cui concentrazioni in atmosfera vengono prese come indicatori della

¹Siccome si brucia aria, in entrata avremo anche azoto allo stato gas, il quale esce senza subire trasformazioni.

qualità dell'aria urbana. Due inquinanti prodotti dalla combustione che una volta erano considerati maggiormente ma che adesso non influiscono particolarmente sulla qualità dell'aria sono l'anidride solforosa e il monossido di carbonio.

SO₂. La concentrazione di SO_2 nei centri abitati è molto bassa adesso poiché il mercato ha incentrato la produzione di carburanti e combustibili su quelli a basso tenore di zolfo, ossia con una percentuale di zolfo in massa minore dello 0,2%. Quindi le emissioni di SO_2 nei centri urbani sono riconducibili ai vecchi impianti di riscaldamento domestico alimentati da un combustibile non sempre BTZ, ma non al settore dei trasporti (Tarantino, 2006).

CO. Anche le concentrazioni di CO sono diminuite particolarmente grazie agli accorgimenti introdotti *end of pipe*, come la marmitta catalitica posta prima dell'uscita dei gas di scarico. Rimane tuttavia elevato il fattore d'emissione di CO dei motocicli, vedi la tabella 3.5. In generale, le emissioni di CO dipendono dal rapporto aria-combustibile nella camera di combustione, dalla temperatura di combustione, dalle caratteristiche tecniche e dallo stato di usura del motore, dai sistemi di controllo delle emissioni, nonché dalle condizioni di marcia del veicolo (Cantore, 1999).

NO_x. Dei sette ossidi di azoto solo due sono rilevanti nell'ingegneria ambientale: NO e NO_2 . Questi sono inevitabili sottoprodotti di ogni processo di combustione che avvenga utilizzando aria come comburente, poiché l'ossigeno e l'azoto presenti nell'aria a temperature maggiori di 1200 °C reagiscono. Per limitarne le emissioni è dunque fondamentale che la combustione avvenga nel modo più uniforme possibile, evitando picchi di temperatura. Allo scarico si ha che il rapporto NO/NO_2 è strettamente maggiore di 1; il biossido di azoto si formerà successivamente in atmosfera per ossidazione dell'ossido di azoto e per questo motivo prenderà la denominazione di inquinante secondario. Qualsiasi motore endotermico produrrà ossidi d'azoto, che verranno in parte ridotti ad azoto inerte dalla marmitta catalitica. Secondo i dati forniti

dall'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA)², per quanto riguarda per esempio la città di Torino, il trasporto su strada è il maggior produttore di biossido d'azoto. Circa il 60% delle 10 mila tonnellate di NO_2 prodotte nel 2007 nella città di Torino provenivano dalla combustione dei motori endotermici del trasporto su strada.

PM. Il materiale particolato presente nell'aria è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, che possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi. La composizione del particolato è costituita da una miscela di vari elementi: carbonio, piombo, nichel, nitrati, solfati e composti organici che derivano oltre che dalla combustione dei motori endotermici diesel e di ciclomotori, anche dall'azione di sollevamento di sabbie provocata dal vento (Tarantino, 2006). Inoltre nel particolato sono presenti frammenti di pavimentazione stradale, di pneumatici e di freni. Facendo nuovamente riferimento alla città di Torino, tra le maggiori cause antropiche che incidono sulla formazione di PM_{10} c'è il trasporto su strada, il quale da solo ha prodotto l'85% delle quasi 2000 tonnellate di polveri sottili prodotte nel 2007³.

COV. Sono i Composti Organici Volatili. Questa sigla comprende una famiglia di inquinanti in fase gas tra i quali per pericolosità nei confronti dell'uomo spicca il benzene. Si formano quando si verifica una combustione incompleta della benzina che alimenta autoveicoli e ciclomotori. Questi inquinanti primari giocano anche un ruolo molto importante nella chimica ambientale essendo precursori dell'inquinamento secondario o fotochimico (Atkinson, 2000), come la formazione di ozono troposferico.

²La metodologia utilizzata per stimare le emissioni da traffico è COPERT IV (Smit, 2008).

³www.comune.torino.it/ambiente/aria

2.4.2 Gli effetti sanitari causati da PM_{10}

Il particolato è stato collegato a numerose esternalità negative che ricadono sulla sanità pubblica come l'aumento sia dei ricoveri ospedalieri per problemi respiratori (in adulti e bambini) sia dei ricorsi al pronto soccorso per asma, broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) e altri disordini respiratori (Bell *e altri*, 2003). Le principali meta analisi fino al 2009 sono state:

- negli Stati Uniti il progetto NMMAPS (Dominici *e altri*, 2005);
- in Europa il progetto APHEA 2 (Atkinson *e altri*, 2001);
- in Italia lo studio MISA (Biggeri *e altri*, 2004).

Nell'Italia settentrionale si stima che a causa dei valori fuori dal limite imposto dalla normativa di PM_{10} e $PM_{2,5}$ l'aspettativa media di vita subisce una diminuzione di 2 anni (EEA, 2005). Tra le città più colpite vi sono Torino e Milano, le quali sono caratterizzate dal più alto tasso di mortalità dovuto a concentrazioni medie annuali di PM_{10} superiori a $20 \mu g/m^3$ (Nomisma, 2007). Secondo lo studio condotto dalla società bolognese Nomisma, il numero di decessi (effetti cronici) riconducibili a questo contaminante sono stati nel 2007 rispettivamente 813 e 906.

Studi effettuati in altre zone geografiche hanno monetizzato nel 2001 i costi sanitari provocati dal particolato emesso dai gas di scarico dei veicoli a motore.

Tabella 2.1: Media dei costi sanitari per emissioni di PM_{10} da veicoli a motore nella regione di Auckland nel 2001 (Fisher, 2002).

Total health costs	\$745,3 million
Road traffic health costs (vehicle exhaust only)	\$422 million

2.4.3 Come stimare i costi da inquinamento atmosferico

La valutazione dei costi esterni da inquinamento richiede di norma l'esame di tutti gli impatti più significativi secondo la sequenza:

Inquinamento → Danni fisici → Danni monetari

che può essere ulteriormente suddivisa in:

Emissioni → Diffusione e trasformazione chimica → Concentrazione e deposito → Risposta dei recettori → Impatti fisici → Variazione nel benessere della popolazione → Stima del costo

Questo approccio è detto *Approccio dei Sentieri di Impatto* ed è stato sviluppato nell'ambito dell'ambizioso progetto europeo ExternE (CE, 1999). Questo progetto aveva inizialmente lo scopo di valutare i costi dovuti all'inquinamento atmosferico connesso con la produzione di energia elettrica. Esso è stato poi progressivamente esteso sia alle tipologie di costi ambientali e sociali considerate in questo elaborato, sia alle attività che li generano, arrivando a comprendere il riscaldamento, alcune produzioni industriali e soprattutto i sistemi di trasporto.

In Italia, nel 2003 il 59% del totale dei costi esterni da inquinamento atmosferico (circa 8 miliardi di euro) era dovuto agli NO_x , il 21% al PM_{10} e il 17% ai Composti Organici Volatili (Molocchi, 2007). Il contributo al totale dei costi esterni della SO_2 era già allora molto ridotto.

2.5 Congestione

Le infrastrutture di trasporto hanno in generale una capacità finita, ovvero sono caratterizzate da un flusso massimo che può utilizzarle in un dato intervallo di tempo. Le infrastrutture possono essere congestionate, ovvero il numero di utenti che in un intervallo unitario si serve di esse influenza le loro prestazioni (Cascetta, 2006). Quando i flussi sono prossimi alla capacità di

un dato elemento del sistema di offerta (ad esempio un tronco stradale), le interazioni tra gli utenti aumentano in maniera significativa e si innescano rilevanti effetti di congestione.

E' un fenomeno tipico delle aree urbane, caratterizzato da bassa velocità, lunghi tempi di viaggio ed incremento delle code. Un traffico intenso porta ad una velocità di crociera discontinua e lenta, e quindi ad un costo per km maggiore. Un traffico eccessivo provoca dei costi esterni sia a tutti gli utilizzatori della rete stradale (Santos *e altri*, 2010a), sia alla cittadinanza in senso più generale. Solo per citarne alcuni:

- maggiore usura del veicolo;
- perdita di produttività;
- maggiori emissioni, quindi maggior inquinamento;
- maggior consumo di carburante;
- stress sul conducente;
- danni alle imprese ubicate nell'area soggetta a congestione.

Il maggior consumo di carburante è particolarmente rilevante per autovetture alimentate a benzina che in aree extra-urbane hanno dei consumi intorno a 5 l ogni 100 km, ma che in ambiti cittadini possono percorrere la stessa distanza con 8,5 l. Per quanto riguarda i veicoli pesanti, come gli autobus, il divario è ancora più netto.

In Italia, la categoria di esternalità più onerosa è la congestione, la quale incide sul 51% dei costi esterni totali. Il restante contributo è dato dagli incidenti, dall'inquinamento atmosferico e dal rumore. In letteratura sono presenti molti studi che riportano indicazioni utili alle Pubbliche Amministrazioni su come stimare i costi legati alla congestione in aree urbane (Bilbao-Ubillos, 2008). Tali costi sono sia di natura puramente finanziaria⁴, che ambientale; in entrambi i casi, vi è una perdita di *welfare*, quindi di qualità di vita.

⁴Le stesse attività commerciali risentono negativamente del traffico se sono collocate nelle aree soggette ad esso. In generale, queste attività soffrono di inconvenienti maggiori rispetto ad attività situate in zone pedonalizzate (Hoyos, 2004).

2.6 Dipendenza dal petrolio

Ogni attività, sia nei cosiddetti Paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo (PVS), necessita di petrolio direttamente o indirettamente, e come conseguenza, i prezzi del “oro nero” a livello mondiale incidono sul PIL, sui prezzi delle merci e dei servizi, e sui salari, solo per citare alcuni indicatori economici (Cleveland e Kaufmann, 2003). Questo problema è tipico dei paesi importatori di greggio. Sono infatti questi Paesi, Italia inclusa, che risentono dell’instabilità del prezzo del petrolio la quale può minacciare l’intera economia nazionale.

Negli Stati Uniti si è prestata molta attenzione in questi anni a calcolare i costi dovuti alla dipendenza dal petrolio (Leiby, 2007). Questi costi includono soprattutto il trasferimento di ricchezza dai paesi importatori a quelli produttori e i costi degli adattamenti macro-economici guidati dall’innalzamento del prezzo al barile. Altri aspetti come l’influenza sulla politica estera sono molto difficili da quantificare (Santos *e altri*, 2010b).

Vari movimenti si sono sviluppati in risposta alla dipendenza dal petrolio. Primo fra tutti quello denominato *Transition Towns* fondato nel 2005 da Rob Hopkins in un piccolo villaggio del Regno Unito, nato con lo scopo di ridurre fortemente la dipendenza energetica e gli stili di vita ad alto impatto ambientale (Hopkins, 2008).

2.7 Le esternalità del trasporto privato e pubblico a confronto

Vari studi condotti in differenti realtà, hanno evidenziato che i costi esterni collegati al settore dei trasporti rappresentano circa il 77% dei costi esterni totali che uno Stato deve affrontare ogni anno.

Per quanto riguarda, per esempio, la regione di Auckland in Nuova Zelanda, si è stimato che le esternalità dei trasporti rappresentino circa il 2,9% del PIL della nazione. Questo risultato coincide grossolanamente con quelli di altri studi internazionali; in Germania, questi costi vengono stimati all'incirca intorno al 2,7% del PIL (Jakob *e altri*, 2006). Altri studi effettuati in Europa negli anni Novanta alzavano la percentuale a livelli prossimi al 4% (Becker *e altri*, 2002).

Nel momento in cui si voglia analizzare separatamente il contributo dato ai costi esterni dal trasporto pubblico e da quello privato, emerge chiaramente un enorme *gap* tra le due modalità. La relazione tra le componenti privata e pubblica del trasporto indica che circa il 96% dei costi che ricadono sulla società sono attribuiti alla mobilità privata, e soltanto il restante 4% è prodotto dal trasporto pubblico. Anche per quanto riguarda i costi interni, quelli direttamente pagati dall'utilizzatore, vi è un rapporto simile. Non è quindi sbagliato affermare che gli utilizzatori del trasporto pubblico finanziano i conducenti abituali, e non il contrario come spesso viene creduto dalla cittadinanza (Jakob *e altri*, 2006).

Tabella 2.2: Costi esterni per incidenti stradali del trasporto pubblico relazionati al trasporto privato nella regione di Auckland nel 2001.

External accident costs	Public transport	Private transport
Per km	\$0,06	\$0,04
Per passenger and km	\$0,0023	\$0,03
To society	\$1,55 million	\$278,7 million

I costi da incidenti stradali causati dal trasporto pubblico rappresentano solo lo 0,45% del totale dei costi esterni di un paese.

Tabella 2.3: Costi esterni totali provenienti dai trasporti nella regione di Auckland nel 2001.

External costs	Public transport	Private transport
Per km	\$0,73	\$0,08
Per passenger and km	\$0,027	\$0,062
To society	\$19,4 million	\$547,5 million

Queste tabelle sono in linea con quanto emerge dall'analisi dei costi esterni per passeggero per km percorso sia dei mezzi pubblici che di quelli privati nel caso dell'Italia (Molocchi, 2007). Nella tabella 2.4 vengono riportati i costi esterni dell'area metropolitana di Torino nel 2004. Da allora sono probabilmente cresciuti per l'inflazione, e diminuiti per effetto del rinnovamento del parco circolante: veicoli più nuovi inquinano meno, anche se le altre esternalità (congestione, rumore, incidenti) non cambiano significativamente. Si può anche ipotizzare che le esternalità da trasporti in città più congestionate, come Roma o Milano, siano maggiori, mentre nel caso di Bologna il dato finale sarà minore.

Da un'analisi più approfondita di questa tabella emergono le seguenti considerazioni.

- La bicicletta è il mezzo che causa i costi esterni minori, non inquina e non causa congestione. Sicuramente per evitare incidenti bisognerà progettare un'accurata mobilità ciclabile.
- Il tram è il secondo mezzo meno impattante, il primo nella categoria dei mezzi pubblici. Bassissime emissioni acustiche, non produce congestione perché viaggia in sede propria. La quota delle esternalità da inquinamento atmosferico è data dalla produzione dell'energia elettrica (da fonti fossili) necessaria all'alimentazione delle rete aerea filoviaria.

2.7. LE ESTERNALITÀ DEL TRASPORTO PRIVATO E PUBBLICO A CONFRONTO 35

- Gli autobus considerati sono di tipo convenzionale, quindi a gasolio. Autobus a metano causerebbero costi esterni minori per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico e il rumore; questo valore si abbasserebbe ulteriormente se il TPL fosse interamente filoviario. Rimarrebbe prevalentemente l'esternalità da traffico, che sarà possibile minimizzare attraverso un'estensione delle corsie preferenziali e la chiusura del centro storico alla mobilità privata.
- I maggiori responsabili dell'inquinamento acustico sono i motocicli e i ciclomotori, i quali sono anche causa di ingenti spese per incidenti stradali.
- Le emissioni delle autovetture a gasolio sono le più nocive sia alla salute di ciascun individuo che all'economia di un Paese.

Tabella 2.4: Costi esterni (in centesimi di euro) per passeggero-chilometro del parco circolante nell'area metropolitana di Torino nel 2004. *Fonte: Richiardi*

Tipologia di veicolo	Inquinamento atmosferico	Traffico	Rumore	Incidenti	Totale
Autoveicoli	1,83	6,58	0,90	3,17	12,93
benzina	1,09	6,58	0,9	3,17	12,16
diesel	6,00	6,58	0,9	3,17	17,05
Motocicli/ Ciclomotori	3,34	-	9,80	13,21	26,56
motocicli	1,48	-	9,8	23,26	34,73
ciclomotori	4,67	-	9,8	6,05	20,73
Bicicletta	-	-	-	n.d.	-
Tram	0,35	-	0,08	0,18	0,80
Bus	1,37	1,87	0,13	0,07	3,54

Ciò è perfettamente in linea con quanto affermato nel Capitolo 1. Se si vuole intraprendere la strada della decrescita bisognerà dare maggior spazio alla mobilità pubblica, perché quella privata sta gravando sull'economia e sulla salute delle generazioni presenti ed anche future. Per quanto riguarda la mobilità in aree urbane, è necessario tornare indietro, per questo motivo viene introdotta la parola decrescita. Come mostrato dalla tabella 2.4, le biciclette, i tram e i filobus sono le scelte modali meno impattanti e che offrono maggiore tutela verso le generazioni future. Tutte queste tecnologie sono nate alla fine del XIX secolo. Non importa cercare altre tecnologie più ecologiche ed efficienti che consentiranno di muovere privatamente e ad impatto zero tutta la popolazione mondiale attuale di 7 miliardi di persone, sull'onda dello slogan dello *Sviluppo Sostenibile*. Sarà economicamente e termodinamicamente non sostenibile.

2.8 Politiche attuabili per ridurre le esternalità

Dopo aver effettuato un breve sommario delle più importanti esternalità da trasporto su strada, la domanda successiva che bisogna porsi è se i governi siano in grado di correggere i difetti di un mercato caratterizzato da esternalità negative.

La teoria economica ha individuato due strumenti per far fronte al problema delle esternalità. Uno, più ovvio e datato, consiste nell'imposizione per legge di limiti di emissioni, oltre che di divieti e sanzioni, attuando la cosiddetta politica *command and control (CAC)*. Gli strumenti di tipo CAC sono stati i primi tentativi per stimolare la nascita e l'adozione di tecnologie più pulite; sono esclusivamente finalizzati a prevenire e a reprimere le attività inquinanti. Tipicamente, il rispetto dei limiti fissati prevede, per esempio, l'installazione di filtri per l'abbattimento degli inquinanti, la costruzione di discariche interne e di piccoli inceneritori utilizzando le migliori tecnologie disponibili (BAT). Di fatto, questo strumento si limita ad arginare un problema a valle del ciclo produttivo: per questo motivo vengono chiamate soluzioni *end of pipe*, ovvero alla fine del cammino. Le misure CAC originano scenari

prevedibili e sono relativamente facili da implementare, far osservare e capire (Button, 1990). Tuttavia, sono poco flessibili e ogni volta che si preannuncia un cambiamento, la misura CAC deve essere revisionata, con conseguenti carichi burocratici elevati (Button, 1990). Alcuni provvedimenti CAC sono:

- la rimozione totale del piombo dalle benzine (*fuel standards*);
- gli standard di sicurezza dei veicoli;
- la marmitta catalitica (provvedimento *end of pipe*);
- la restrizione della circolazione ad alcune tipologie di veicoli o blocco del traffico;
- l'introduzione della Low Emission Zone (LEZ) a Londra.

Le politiche *incentive based (IB)*, invece, forniscono incentivi economici a soggetti mirati e agiscono con lo scopo di modificare i benefici privati. Di conseguenza, questi strumenti sono cruciali per indurre cambiamenti strutturali. Queste politiche possono ulteriormente essere categorizzate in *price controls* (o controlli sul prezzo) e *quantity controls* (o controlli sulla quantità).

Il primo strumento mette un prezzo su una merce o su un'attività, come le emissioni o la congestione. Può assumere la forma di una tassa o di una sovvenzione, in entrambi i casi ha lo scopo di fornire incentivi per ridurre il livello dell'esternalità. E' una sorta di tassa correttiva, che serve ad internalizzare le esternalità (Pigou, 1920). Una sovvenzione, dall'altra parte, incoraggia l'agente inquinante a ridurre il livello dell'attività attraverso una compensazione delle sue perdite (Santos e altri, 2010a). Perciò, un'azienda automobilistica potrà ricevere una sovvenzione nel caso in cui cominciasse a produrre vetture più "pulite", o a un automobilista potrà essere dato un sussidio purché smetta di circolare nelle ore di punta⁵.

I *quantity controls*, invece, assumono generalmente la forma di sistemi *cap-and-trade*⁶, ovvero viene fissato un limite massimo della quantità in esame

⁵In pratica, questo concetto si può tradurre in un finanziamento al trasporto pubblico.

⁶Per la prima volta articolati da Dales.

(tetto) e si instaurano meccanismi di scambio. Queste politiche mirano a un particolare livello di un'attività (per esempio le emissioni), vengono assegnate delle quote appropriate corrispondenti alla totale quantità da limitare, in modo tale che siano i consumatori, le imprese ed altre entità a instaurare un vero e proprio meccanismo di compra-vendita. Chi inquina sarà costretto a partecipare al mercato delle quote: le imprese con i costi di abbattimento delle emissioni inquinanti più bassi venderanno le loro quote a coloro che hanno dei costi maggiori. Le politiche di controllo della quantità, inoltre, forniscono incentivi alle entità coinvolte (Hepburn, 2006).

Di seguito verranno elencati alcuni strumenti fiscali per contrastare le esternalità prodotte dai trasporti:

- tassa sull'acquisto e sul possesso di un'autovettura;
- incentivi all'acquisto di veicoli meno impattanti;
- tassa sui carburanti;
- *congestion charges*;
- pagamento della sosta;
- pedaggi autostradali;
- assicurazioni *pay-as-you-drive*.

2.9 Conclusioni

Esistono molte possibili decisioni legate ai trasporti in modo da riuscire a creare politiche più efficienti volte alla riduzione drastica dei costi esterni.

Si è posto l'accento sulle esternalità da trasporto perché la futura società civile dovrà legare le politiche dei trasporti con quelle ambientali e sanitarie (vedi il paragrafo 4.3). Attraverso la riduzione e l'internalizzazione dei costi esterni si potrà giungere a decisioni che porteranno ad un aspetto sociale, economico e ambientale più efficiente. Il trasporto pubblico guadagnerà una fiducia diffusa quando i conducenti dei mezzi privati saranno costretti a

pagare di più. Una volta che la domanda aumenterà si potrà arrivare alla totale gratuità del servizio pubblico, data la conseguente diminuzione dei costi esterni.

Il risultato sarà una città costruita per le persone, per il trasporto pubblico e non per le automobili, e come conseguenza ci sarà più benessere personale e maggiore qualità di vita.

Capitolo 3

Caratteristiche ed esternalità della mobilità a Bologna¹

In questo capitolo si evince che nell'area urbana bolognese la priorità dei cittadini verte ancora su una mobilità motorizzata (auto come conducente o passeggero, motocicli). Questi mezzi sono i maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico in aree urbane, e quindi dei principali costi sanitari legati ad esso, nonostante le migliorie introdotte con la normativa Euro. La domanda di trasporto pubblico è stata caratterizzata negli ultimi anni da un forte calo dei passeggeri (1991-2006: -13,6%). Tuttavia è opportuno evidenziare come in ambito urbano l'evoluzione sia stata differente: dopo un costante calo dal 1993 al 1998, negli anni successivi si è infatti registrata una lenta, ma costante ripresa.

ATC si è impegnata nel rinnovamento del parco autobus, cercando di puntare decisamente sui filobus e sui bus a metano (gli ultimi acquisti sono stati di queste due tipologie). Permane comunque un elevato numero di autobus alimentato a gasolio responsabile di emissioni inquinanti.

Per quanto riguarda il servizio, si registrano ancora criticità e malfunzionamenti, come ritardi o accodamento di veicoli sulla stessa linea.

¹Per cercare di delineare un quadro generico di questo aspetto è stato necessario ricorrere ai dati forniti pubblicamente sul web sia dal Comune di Bologna che dall'azienda del trasporto pubblico locale ATC.

3.1 L'azienda ATC

ATC SpA è l'azienda di trasporto pubblico che svolge il servizio urbano nelle città di Bologna, Ferrara e Imola e il servizio suburbano ed extraurbano nei territori delle province di Bologna e Ferrara.

L'Azienda produce ogni anno oltre 47 milioni di chilometri, con più di 1200 veicoli al servizio di un territorio di 6.330 km^2 e di un bacino di oltre 1,3 milioni di soli residenti.

La proprietà di ATC è ripartita in quote tra Comune di Bologna (59,65%), Provincia di Bologna (37,15%), Provincia di Ferrara (1,91%) e Comune di Ferrara (1,29%).

Per quanto concerne Bologna, negli ultimi anni la gestione del trasporto pubblico è stata integrata da servizi e attività complementari a supporto della mobilità, quali: gestione dei parcheggi su strada e in struttura, controllo del traffico e della sosta, car e bike sharing, attività educative con le scuole, nuovi servizi e sistemi di informazione. Per conto del Comune di Bologna, ATC gestisce il Piano Sosta della città e si occupa della gestione delle infrastrutture, della riscossione delle tariffe e del controllo sulle violazioni.

3.2 L'area urbana di Bologna

L'area di riferimento di questo studio è l'area urbana di Bologna secondo la definizione di ATC. Nella seguente tabella vengono riportate le fermate che delimitano tale area.

Tabella 3.1: La definizione di area urbana di Bologna secondo ATC. *Fonte: www.atc.bo.it*

Direzione	Denominazione fermata
San Lazzaro	S. Lazzaro Cimitero
Z.I. Cà dell'Orbo	Cà dell'Orbo Grandi
Castenaso	Villa Brizzi
Cadriano	Frabazza
Granarolo	Quarto Monti Z.I.
Ferrara	Case S. Anna
Centergross	Istituto Serpieri
Castelmaggiore	Sottovia FS
Trebbo	Cave
San Giovanni in Persiceto	Le Piastre
Anzola	Lavino di Mezzo Ponte
Z.I. Rigosa	Pioppa
Lippo	Lippo Giovanni XXIII
Casalecchio	Ceretolo Nuovo Z.I. Casalecchio Via del Lavoro Casalecchio Croce Rossa Casalecchio Stazione
Rastignano	Carteria di Sesto Scuole

Nella definizione di area urbana rientrano sia le periferie del comune di Bologna, che un'area dei comuni immediatamente confinanti con il territorio del comune di Bologna.

3.3 Gli spostamenti nell'area urbana di Bologna

A Bologna, in un giorno lavorativo medio, la produzione di spostamenti sia di natura sistematica casa-lavoro o casa-scuola che non sistematica è stimata in circa 2.000.000: poco meno della metà sono completamente interni all'area comunale/urbana, mentre i restanti sono distribuiti quasi equamente tra spostamenti di puro attraversamento della città e di scambio con altri comuni. Le tre tipologie di spostamento hanno caratteristiche modali ben distinte: l'utilizzo dell'auto predomina per gli spostamenti di attraversamento (circa il 90%) e di scambio (circa il 70%). Viceversa, se si considerano i soli spostamenti interni, l'uso dell'automobile scende in favore del bus, delle due ruote e degli spostamenti a piedi, pur restando la principale modalità di trasporto.

Ecco, sulla base dei dati del censimento ISTAT del 2001 e di altre fonti², com'è ripartita la modalità del milione di spostamenti stimati di carattere produttivo (non sono considerati quelli per svago) all'interno dell'area urbana di Bologna in un giorno medio lavorativo.

²Dati ISFORT: si segnala che i dati diffusi da ISFORT - Istituto Superiore di Ricerca e Formazione sui Trasporti, relativi all'anno 2001, derivano da interviste realizzate su un campione di circa 14.000 persone a livello nazionale. Tali interviste vengono periodicamente effettuate su una serie di tematiche afferenti la mobilità (Schede Audimob - Osservatorio sulla mobilità). I parametri considerati sono su base regionale, non essendo disponibili per le singole città, e riguardano la percentuale di persone che sono uscite di casa (85,7%), il numero medio di spostamenti giornalieri (3,1%) e la percentuale di spostamenti per studio e lavoro (42,1%). Visto il valore generale di questi indicatori l'approssimazione può essere ritenuta attendibile.

Dati ISTAT: oltre alla popolazione residente a Bologna, è stata considerata la ripartizione modale (e non il valore assoluto degli spostamenti) risultante dall'elaborazione riferita agli spostamenti dovuti a motivi di studio e lavoro con origine e destinazione interna al Comune di Bologna. La quota degli spostamenti interni a Bologna dovuti a studio e lavoro risulta pari al'80,5%.

Dati MEDEC: è stata ricostruita la matrice O/D relativa a 3.000 interviste realizzate nella Provincia di Bologna ad un campione di popolazione di età superiore a 16 anni, e sono stati considerati gli spostamenti interni al Comune di Bologna dovuti a motivi differenti a quelli di studio e lavoro. La quota degli spostamenti interni a Bologna dovuti a motivi differenti a quelli di studio e lavoro risulta pari al'88%.

Tabella 3.2: Ripartizione modale degli spostamenti interni all'area urbana sulla base dei dati del censimento ISTAT 2001.

Tipologia di spostamento	Percentuale sul totale di 1 milione
Trasporto pubblico	25,6
Auto come conducente	28,4
Auto come passeggero	7,2
Bici	6,9
Piedi	21,3
Moto	10,6
Altro	0,1

La voce auto (come conducente e come passeggero) acquista maggior peso se si guarda ai soli spostamenti periferia-periferia a discapito dell'utilizzo del mezzo pubblico. Ultimamente, tale tipologia di spostamento sta acquistando molto peso a causa della localizzazione delle attività commerciali in zone periferiche non servite adeguatamente dal trasporto pubblico e generalmente a causa del fenomeno della *città diffusa*. Mentre per quanto riguarda gli spostamenti periferia-centro storico, vi è un maggior utilizzo del TPL e dei motocicli a discapito dell'automobile (AA.VV., 2006a).

Le restanti due relazioni (centro storico-periferia e centro storico-centro storico) hanno valori assoluti inferiori rispetto alle altre voci.

3.3.1 La crono mobilità di Legambiente

Sabato 22 maggio 2010 si è svolta una ricerca particolarmente interessante per capire lo stato attuale della mobilità dell'area urbana di Bologna: la crono mobilità promossa dall'Associazione Legambiente del circolo Setta-Samoggia-Reno. Scopo di questa manifestazione è stato capire qual è il mezzo più economico e più rapido per raggiungere Piazza Maggiore partendo dal centro di Casalecchio di Reno. Eccone riportati i risultati.

Tabella 3.3: Tempi di percorrenza Casalecchio-Bologna con vari mezzi di spostamento. *Fonte: Legambiente*

Mezzo impiegato	km percorsi	Costi (in euro)	Tempo (min)
Piedi	6	5,9	85
Bici	6,5	0	31
Autobus	7,8	3	25
Auto	8,2	8,5	20
Scooter	9	1,3	28
Corsa	6	0	42
Treno	12,2	2	45

I km e il tempo impiegato si riferiscono al solo spostamento di andata. I costi, invece, fanno riferimento alle spese dei viaggi di andata e ritorno con permanenza in Piazza Maggiore di un'ora. Quelli più elevati sono stati pagati dai camminanti che si sono fermati lungo il cammino a bere e mangiare.

E' possibile descrivere per ciascun mezzo alcune caratteristiche.

1. L'automobile è stata stranamente la più veloce poiché questa ricerca si è svolta di sabato mattina, quindi non in orario di punta; tuttavia, molto alti sono stati i costi interni ad essa connessi³, come il combustibile utilizzato e il parcheggio custodito dentro le mura.
2. Nel tempo impiegato dal pendolare in treno si è tenuto conto anche del viaggio a piedi percorso dalla Stazione FS a Piazza Maggiore.
3. L'autobus ha viaggiato con una media di circa 20 km/h, velocità leggermente superiore al dato riportato sul PGTU (14,6 km/h) preso come media di tutti gli spostamenti del TPL in ambito urbano.
4. Lo scooter è sicuramente un mezzo rapido, gode di molti spazi urbani, come i parcheggi per motocicli, e non è soggetto alle restrizioni della

³Non si tengono in considerazione i costi di acquisto e di gestione.

ZTL. Si ipotizza un consumo in aree urbane di 1 litro di carburante ogni 20 km.

5. La bicicletta ha viaggiato con una velocità prossima a quella del mezzo pubblico, non ha emesso inquinanti e non ha subito costi aggiuntivi. Facendo riferimento al saggio di un noto sociologo austriaco, la mobilità urbana deve dare spazio a questo mezzo rapido, economico ed ecologico (Illich, 2006).

3.4 Le caratteristiche dell'offerta del TPL

Il servizio di trasporto pubblico di Bologna è attualmente strutturato secondo tre tipologie di linee:

- urbane;
- suburbane;
- extraurbane.

La rete urbana si articola in 52 linee che si sviluppano quasi interamente nel Comune di Bologna e servono principalmente l'utenza urbana di Bologna. La rete urbana si estende su una rete complessiva di circa 880 km, dei quali 127 km si trovano su corsia preferenziale. I passeggeri giornalieri paganti in ambito urbano, senza considerare i passeggeri trasportati dalle linee suburbane passanti per il centro, sono stati nel 2009 circa 256 mila.

La rete di linee regolari urbane di Bologna può essere ulteriormente suddivisa in cinque sottoclassi:

- navette del centro storico;
- linee portanti;
- linee a media frequenza;
- linee deboli;

- linee notturne.

Le navette sono costituite da cinque linee che collegano il centro storico con la stazione ferroviaria e i parcheggi scambiatori e sono caratterizzate dall'elevata percentuale di percorso all'interno della ZTL.

Le linee portanti sono composte da 7 linee (11, 13, 14, 19, 20, 25, 27) e sono caratterizzate da:

- elevata frequenza (almeno uno ogni 5 minuti nell'ora di punta);
- attraversamento del centro storico;
- raccolgono complessivamente il 70% dell'utenza complessiva urbana di Bologna;
- la percentuale del loro percorso all'interno della ZTL è compresa tra l'8% e il 15%;
- sono dotate di corsie preferenziali tra il 13% e il 21% dell'intero tracciato.

Le linee a media frequenza rappresentano un gruppo eterogeneo di linee, caratterizzate da una frequenza compresa tra i 10 e i 20 minuti con modeste variazioni nell'ora di morbida. Possono essere suddivise in:

- linee passanti per il centro storico (21, 36, 35);
- linee circolari (32, 33, 38, 39);
- linee radiali (10, 16, 17, 18, 28, 29, 30, 37);
- linee esterne al centro storico (55).

Complessivamente raccolgono circa un quarto dell'utenza della rete urbana, quasi per la metà grazie alle linee 21, 32, 33 e 36.

L'insieme delle linee deboli è costituito dalle linee scolastiche o linee ad orario; raccolgono un'utenza complessiva modesta, pari a circa l'1% dell'utenza giornaliera urbana. Infine, i servizi di linea bus corse notturne sono costituiti attualmente da due linee (61 e 62) con frequenza oraria e percorsi che

coprono, in misura parziale, alcune tratte servite dalle linee portanti non più in servizio durante la notte.

3.4.1 Le criticità del TPL

Brevi considerazioni sulle maggiori criticità della rete del TPL:

- bassa velocità commerciale (14,6 km/h), dovuta sia alla vicinanza delle fermate sia al ristretto numero di chilometri in corsia preferenziale. Se ci fosse una rete adeguata di piste ciclabili la bicicletta sarebbe più economica e veloce;
- difficoltà nel rispettare gli orari di servizio e il distanziamento temporale fra le corse, con il frequente accodamento dei veicoli o intervalli tra una corsa e l'altra superiori al doppio della frequenza programmata;
- scarso servizio nei collegamenti delle zone periferiche (per esempio tra Casalecchio e via Zanardi);
- riduzione della frequenza oraria successiva all'introduzione degli autobus snodati;
- assenza del servizio nelle ore notturne e forte riduzione del numero di corse dopo le ore 20;
- alto numero di veicoli alimentati a gasolio;
- rumorosità dei veicoli nel centro storico dovuta ad una pavimentazione non adatta.

3.5 La flotta ATC all'inizio del 2010

Nel bilancio ATC del 2009 è possibile ricavare i seguenti dati sul numero degli automezzi in circolazione.

Tabella 3.4: Il parco autobus ATC al 31/12/2009 per alimentazione. *Fonte: Bilancio ATC 2009*

Tipologia di alimentazione	Unità circolanti a Bologna
Diesel anni 80	143
Diesel Euro 1/2	152
Diesel Euro 3 (compresi quelli con CRT)	390
Diesel Euro 4	0
Diesel Euro 5	29
Metano	173
Ibrido	41
Elettrico (filobus ed elettrici)	60

Di un totale di 988 unità, sono in servizio effettivo 482 automezzi. La maggior parte dei veicoli che non svolgono servizio effettivo rientrano nella categoria con alimentazione a diesel anni 80 e a diesel Euro 3. Inoltre, nei mezzi elettrici non sono compresi i 49 mezzi elettrici impiegati nel Progetto Civis. I filtri CRT sono tecnologie per il trattamento del particolato di cui sono dotati solo alcuni autobus Euro 3.

Secondo la dichiarazione della strategia ambientale di ATC, l'azienda si impegnerà ad acquistare nei prossimi anni esclusivamente autobus urbani alimentati a metano, filobus, elettrici o ibridi.

3.6 Il parco veicolare di Bologna

Il tasso di motorizzazione per il comune di Bologna è in costante calo dal 2001 e risulta pari a fine 2009 a 52,2 autovetture ogni 100 abitanti⁴. Con riferimento alla classe Euro, il 43,4% delle autovetture che compongono il parco veicolare del comune di Bologna risulta in classe Euro 4; una percentuale superiore al dato nazionale che si ferma al 33,2%. Il 21,5% è in classe Euro 3 (il 22,7% a livello nazionale), mentre per quanto riguarda le tipologie più inquinanti la situazione bolognese è decisamente migliore rispetto a quella italiana, soprattutto per le auto in classe Euro 0 che, localmente, si attestano all'8,9% contro un 13,4% medio nazionale.

Il 60,6% delle auto bolognesi sono alimentate esclusivamente a benzina, una percentuale che non si discosta molto dal dato nazionale (57,5%); significativamente inferiore invece la quota di auto diesel, che a Bologna si ferma al 24,9% contro il 36,7% nazionale. Infine, localmente risulta più rappresentata la fascia delle automobili a gas liquido (GPL)/benzina o a metano/benzina, che complessivamente raggiunge il 14,4% del parco auto bolognese contro il 5,8% nazionale. Occorre osservare che le auto elettriche ibride di recente generazione (come la Toyota Prius) sono ancora classificate tra le auto a benzina.

Riguardo alla cilindrata, a Bologna le auto che superano i 2000 cm^3 sono l'8,2%.

3.6.1 I vantaggi ambientali del GPL e del metano

Recentemente i veicoli alimentati a GPL e metano hanno riscontrato grande popolarità a causa di due motivi:

- vantaggi di natura economica (basso costo del carburante e incentivi per l'acquisto);
- possibilità di utilizzare l'auto anche in caso di blocco della circolazione.

⁴Il tasso di motorizzazione calcolato dall'Istat fa riferimento alla popolazione media dell'anno ed è stato stimato sulla base dei totali provinciali.

I vantaggi di natura ambientale di GPL e metano sono dovuti a tre fattori principali:

- tali combustibili sono praticamente privi di benzene e piombo;
- i veicoli alimentati a gas emettono l'80% in meno di CO degli altri motori;
- sia il GPL che il metano non emettono PM_{10} .

Queste ultime considerazioni valgono anche per i mezzi ATC alimentati a metano.

Per esempio, nel confronto tra le emissioni di una autovettura diesel Euro 2 e una della stessa cilindrata alimentata a metano, emerge che il gas naturale abbatta la formazione di NO_x del 68%, di COV del'88% e del particolato del'87% (Euromobility, 2007).

3.7 Il parco dei ciclomotori

Nella composizione del parco veicolare del comune di Bologna, alla diminuzione del numero di autovetture circolanti si accompagna una crescita notevole del numero di motocicli. Tra il 1999 e il 2009 il numero dei motocicli iscritti al Pubblico Registro Automobilistico è quasi raddoppiato, passando dai 28.982 ai 52.143, pari a 13,8 motocicli per 100 abitanti.

Tra le moto presenti nel Comune di Bologna la quota maggiore è ancora quella della classe Euro 0 (33,5%), anche se la numerosità dei mezzi più inquinanti risulta significativamente in calo rispetto al 2008 (era il 36,2%). In calo anche la percentuale di motocicli in classe Euro 1 attualmente al 18,4% (contro il 20,6% del 2008). Sostanzialmente stabile la presenza dei mezzi Euro 2 (21,8% nel 2009 contro il 22,5% del 2008), mentre cresce in misura consistente il peso dei motocicli più moderni (Euro 3), che nel 2009 risulta pari al 26,2%. Con riferimento alla cilindrata, il 30,6% del parco motocicli bolognese risulta entro i 125 cm^3 e un 33,2% tra i 125 e i 250 cm^3 ; circa il 10% dei motocicli, infine, ha una cilindrata superiore a 750 cm^3 .



Figura 3.1: Ciclomotori parcheggiati davanti al Liceo Righi a Bologna durante l'anno accademico 2010/2011. *Foto: Tarantino F.*

Per quanto riguarda il fattore d'emissione di particolato i dati disponibili risultano leggermente discordanti. Sicuramente, i vecchi motori 2 tempi sono i più inquinanti in termine di PM, mentre con l'introduzione della normativa Euro e dei motori 4 tempi si è registrato un miglioramento delle emissioni. Il contributo all'inquinamento urbano (atmosferico e acustico) dipende comunque anche dall'elevato numero di ciclomotori e motocicli circolante nel centro storico.

Tabella 3.5: Fattore d'emissione in g/km dei ciclomotori ($< 50 \text{ cm}^3$) secondo la normativa Euro. *Fonte: www.ngk.de e Ing. Mantecchini L., Unibo*

Normativa	Dal	CO	HC	NO _x	PM(mg/km)
Euro 0	-	15	7	0,5	50-60
Euro 1	06/99	13	3	0,3	15-40
Euro 2	04/03	5,5	1	0,3	-
Euro 3	01/07	2	0,3	0,15	-

3.8 La ZTL di Bologna

Fino a questo momento, le limitazioni al traffico all'interno del Comune di Bologna coinvolgono una parte del centro storico denominata Zona a Traffico Limitato. La ZTL è una zona situata all'interno del centro storico di Bologna in cui dalle 7 alle 20, tutti i giorni eccetto il sabato, la circolazione dei veicoli a motore è soggetta a limitazioni. Gli accessi alla ZTL sono sorvegliati da un sistema di telecamere denominato Sirio.

All'interno della ZTL possono circolare:

- gli autobus di linea;
- le biciclette, i ciclomotori (due, tre, quattro ruote) e i motoveicoli (due e tre ruote);
- i veicoli dei clienti di alberghi, autorimesse, autofficine;
- i veicoli in servizio di *car sharing* espressamente autorizzati;
- i veicoli muniti di apposito ticket di accesso, convalidato ed esposto sul veicolo.

Inoltre, possono circolare, dopo aver comunicato la targa allo Sportello Mobilità urbana:

- i veicoli al servizio di persone disabili muniti dello specifico contrassegno rilasciato dal Comune di residenza;
- i veicoli in servizio di taxi e nolo con conducente;
- i mezzi delle forze di Polizia, i veicoli di emergenza, di sicurezza pubblica e adibiti al soccorso stradale;
- i veicoli di enti e Aziende gestori dei servizi pubblici e di pubblica utilità (gas, illuminazione pubblica e distribuzione dell'energia elettrica, acqua, telefonia, fognature, trasporto pubblico urbano, raccolta rifiuti e igiene urbana);

- i veicoli di Stato, Comune di Bologna, Regione Emilia-Romagna, Provincia di Bologna, dei Comuni della Provincia di Bologna, dell'Azienda Sanitaria Città di Bologna, S.Orsola-Malpighi, Istituti Ortopedici Rizzoli, ARPA, Università degli Studi e Arstud di Bologna, ACER, Poste Italiane, carri funebri.

3.9 La qualità dell'aria attuale a Bologna

Secondo il Decreto Legislativo n.155 del 2010, il valore limite giornaliero di PM_{10} nell'aria deve essere inferiore a $50 \mu g/m^3$ e non deve essere superato per più di 35 volte in un anno. Dal 2002 al 2009, nella centralina di monitoraggio di proprietà dell'ARPA posta in Piazza di Porta San Felice, il valore imposto dalla legge è stato superato ogni anno più di 60 volte (l'unica eccezione è stata nel 2009 in cui il valore di riferimento è stato oltrepassato per 50 volte). Nei primi mesi del 2011 gli sforamenti hanno già raggiunto quota 29.

Il valore limite medio orario per quanto riguarda il biossido d'azoto è di $200 \mu g/m^3$ da non superarsi per più di 18 volte in un anno. L'unica centralina che riportava valori fuori dalla norma era quella di via Stalingrado, zona Fiera. Dal 2002 al 2006 (anno in cui ha smesso di funzionare) gli sforamenti sono stati piuttosto numerosi, raggiungendo quota 129 nel 2006. La stazione di monitoraggio di Porta San Felice, invece, non ha mai registrato valori particolarmente elevati.

Questi sforamenti si riconducono a diversi aspetti, come:

- all'elevato numero di ciclomotori e motocicli circolante nel centro storico;
- agli autobus (e in generale a tutti i veicoli pesanti) alimentati a gasolio e sprovvisti di filtro antiparticolato;
- alle autovetture e ai veicoli commerciali non alimentati da combustibili puliti circolanti nel centro storico;
- alla scarsa ventilazione tipica della Pianura Padana.

3.10 I costi esterni da PM_{10} a Bologna

Come ampiamente discusso nel paragrafo 2.2 i trasporti hanno ingenti ripercussioni sul sistema economico di uno Stato. In molte aree geografiche è già stato fornito un quadro economico completo e condiviso dei costi sociali connessi all'uso del mezzo privato. In Italia la letteratura a riguardo è abbastanza completa, però si sta cercando di entrare maggiormente nello specifico. Per esempio, la Regione Emilia Romagna sta per attivare un progetto quinquennale di dettaglio, che mira ad analizzare la relazione tra le varie fonti di inquinamento e l'insorgenza delle patologie e in seguito quantificare i costi sanitari.

Nel caso della città di Bologna, riportando i dati di un report di Nomisma, i ricoveri per malattie respiratorie e cardiocircolatorie attribuibili al particolato nel 2007 sono stimabili in 138 casi per i quali il costo è stato di circa 575.000 euro. E' stata anche prodotta una stima del decremento delle retribuzioni contrattuali di competenza in base al numero di ricoveri attribuibili al PM_{10} . Di seguito viene riportata una tabella con i costi in euro connessi ai ricoveri da PM_{10} in alcune città italiane nel 2007.

Tabella 3.6: Costi esterni in euro da PM_{10} delle città di Roma, Milano e Bologna nel 2007. *Fonte: Elaborazioni Nomisma*

Città	Costo totale per ricoveri da PM_{10} relativi all'apparato respiratorio e al sistema cardiocircolatorio	Decremento retribuzioni da ricoveri per PM_{10}	Costi totali
Roma	3.147.783	467.913	3.615.696
Milano	1.591.250	293.274	1.884.524
Bologna	575.741	101.688	677.429

Pur riferendosi alle sole patologie respiratorie e cardiocircolatorie at-

tribuibili al PM_{10} e non tenendo conto degli effetti patologici correlati ad altre categorie diagnostiche, l'analisi fornisce un dato in termini di impatto economico annuo (comprensivo del decremento delle retribuzioni) pari a 6,4 milioni di euro per le città di Roma, Bologna e Milano. Tali costi, sottostimati se paragonati a quelli di Torino o Auckland, dovrebbero essere tenuti in debito conto dal decisore pubblico una volta che si appresti ad adottare specifiche misure verso il contenimento delle emissioni in ambito urbano.

Capitolo 4

Possibili strategie per un'area urbana a emissioni zero

La mobilità è una necessità vitale per tutti gli esseri umani. E' impossibile contraddire l'affermazione che una città ferma è una città morta. Tuttavia, la mobilità attuale basata prevalentemente sul mezzo privato conduce a uno scenario ricco di problematiche viste nel Capitolo 2: congestione, incidenti stradali e inquinamento atmosferico che incidono negativamente sulla qualità di vita di ogni individuo e gravano sulla fiscalità di un intero Paese.

La teoria della decrescita sostenibile intende tagliare radicalmente questi costi esterni pagati dalla collettività, ma da chi soprattutto ha già cambiato stile di vita ed intende cercare una soluzione appropriata per migliorare il benessere della comunità nelle aree urbane, dove entro il 2025 più del 50% degli 8 miliardi di abitanti del mondo vivrà (UNDP, 2006). Per questo motivo la mobilità dovrà dipendere in minima parte dai combustibili fossili (possibilmente metano per i vantaggi ambientali visti nella sottosezione 3.6.1) e quasi interamente da fonti rinnovabili, come il sole¹ o il vento². Altre considerazioni e deduzioni di carattere puramente economico sono lasciate ai competenti in materia che vorranno dedicarsi all'approfondimento di questa teoria.

¹Il sole è la fonte primaria di energia. Gli alimenti che mangiamo sono parte di un ciclo che vede a monte l'utilizzo dell'energia solare. Quindi, nella mobilità sostenibile intesa dalla decrescita rientra a pieno diritto quella ciclabile.

²Originato dalla radiazione solare.

Una soluzione immediata al problema dell'inquinamento atmosferico nell'area urbana della città di Bologna è dare maggior visibilità al TPL aumentando la frequenza oraria di ogni linea, rendendolo gratuito e ambientalmente sostenibile con il ripristino delle linee filoviarie. Questi provvedimenti dovranno essere accompagnati dalla chiusura totale del centro storico alla mobilità privata. In questa maniera è possibile dare un forte contributo alla riduzione delle esternalità analizzate precedentemente. Per quanto riguarda la dipendenza dal petrolio, infine, bisognerà investire prevalentemente in energie rinnovabili, le quali forniranno l'energia elettrica necessaria per il funzionamento della linea filoviaria.



Figura 4.1: Una soluzione immediata al problema dell'inquinamento atmosferico: più trasporto pubblico. *Fonte: www.freepublictransport.org.uk*

4.1 Domanda di mobilità e offerta di trasporto

La domanda di mobilità deriva dalla necessità di utilizzare le diverse funzioni urbane ubicate in luoghi diversi ed è determinata dalla distribuzione delle famiglie e delle attività sul territorio. I componenti delle famiglie effettuano *scelte di mobilità* di lungo periodo (possessiono di patente, numero di auto) e *scelte di viaggio* di medio-breve periodo (frequenza, orario, destinazione, modo, percorso) e utilizzano il sistema di offerta di trasporto per svolgere differenti attività (lavorare, studiare, fare acquisti, tempo libero) in luoghi diversi (Cascetta, 2006).

Il risultato di tali scelte è rappresentato dai flussi di domanda, ossia il numero di persone che si spostano fra le diverse zone della città, per diversi motivi, nei diversi periodi della giornata, con i diversi modi di trasporto disponibili. Sia le scelte di mobilità che quelle di viaggio sono influenzate dalle caratteristiche dei servizi di trasporto offerti dai diversi modi (auto, bus, piedi). Queste caratteristiche, note come attributi di *livello di servizio*, comprendono tempi di viaggio, costi monetari, affidabilità del servizio, comfort. Ad esempio, la scelta della destinazione è influenzata dal tempo di viaggio e dal costo necessari per raggiungere ciascuna destinazione; la scelta dell'ora di inizio dello spostamento dipende dal tempo che si prevede necessario per raggiungere la destinazione; la scelta del modo di trasporto (o ripartizione modale) è influenzata da tempi, costi, affidabilità dei modi disponibili.

L'offerta di trasporto è costituita dalle infrastrutture (strade, parcheggi, rete ferroviaria, ecc.), dai servizi (linee e orari), dalle regole (norme della circolazione stradale e della sosta) e dalle tariffe (del TPL, della sosta, dei pedaggi stradali, ecc.) che determinano le opportunità di viaggio. Spostarsi da un luogo ad un altro richiede in generale l'uso di diverse infrastrutture e servizi connessi.

4.2 I benefici apportati dal trasporto pubblico

Un TPL efficiente e accettato dall'opinione pubblica porterà numerosi benefici di natura:

- ambientale;
- economica;
- sociale;
- sanitaria.

Innanzitutto, il TPL può essere una delle soluzioni più facili da implementare per contrastare le esternalità da trasporto. Come riportato nel paragrafo 2.7, anche gli autobus generano esternalità negative, ma in misura decisamente minore rispetto a quelle generate dalle automobili. Il trasporto pubblico può quindi alleviare le esternalità negative da trasporto urbano come la congestione, gli incidenti stradali e l'inquinamento locale solo se allo stesso tempo verranno incoraggiate le persone ad usare meno l'automobile.

Da un punto di vista puramente ambientale, gli autobus hanno un fattore d'emissione di inquinanti per passeggero per chilometro percorso minore rispetto alle automobili (che nella maggior parte dei casi viaggiano con un solo passeggero a bordo). Il fattore d'emissione locale si azzerà nel momento in cui vengono introdotti autobus alimentati dalla rete filoviaria. Adesso, varie *holdings* come Hera ed Enel stanno stringendo accordi con le Amministrazioni locali per lanciare su larga scala l'automobile elettrica. Anche questo mezzo porterà sicuramente dei benefici a livello di emissioni locali, ma non risolverà comunque il problema della congestione e degli incidenti stradali. Inoltre, l'automobilista che prima era legato ai costi del petrolio, con questa scelta sarà legato al fornitore di energia elettrica, il quale la produrrà sicuramente non per via rinnovabile, ma con centrali a gas, a carbone o nel peggiore dei casi nucleari.

Il trasporto pubblico ha una funzione sociale assicurando che le fasce deboli come gli anziani, i poveri e i disabili non soffrano di esclusione sociale

(Van Goeverden *e altri*, 2006). Per esclusione sociale si intende la definizione fornita da Kenyon *e altri* nel 2002:

The unique interplay of a number of factors, whose consequence is the denial of access, to an individual or group, to the opportunity to participate in the social and political life of the community, resulting not only in diminished material and non-material quality of life, but also in tempered life chances, choices and reduced citizenship. (Kenyon *e altri*, 2002)

L'esclusione sociale è quindi una combinazione di impedimenti di natura sia materiale (reddito, occupazione), che non materiale (salute, genere). Il trasporto pubblico può giocare un ruolo importante per le persone che non possono avere accesso all'automobile (per ragioni di reddito) e avviarle verso l'inclusione lavorativa. Cebollada riporta che il modello della mobilità nell'Area Metropolitana di Barcellona, fortemente incentrato sull'automobile, discrimina chi non possiede il mezzo privato nel momento in cui si verifica un'opportunità lavorativa.

Infine, l'introduzione di un servizio pubblico efficiente e condiviso consentirà ai pendolari di avere più soldi in tasca, perché si abatteranno considerevolmente le spese quotidiane per il trasporto. Fare in modo che siano gli automobilisti a pagare per i pendolari sarà un incentivo che provocherà questo scenario: i conducenti abituali lasceranno l'auto ferma (Planka, 2008) e la domanda di trasporto privato si convertirà in domanda di trasporto pubblico. Anche la sanità ne trarrà giovamento perché si assisterà ad una riduzione dei costi sanitari per:

- un forte calo dei ricoveri dovuti a malattie respiratorie e problemi cardiovascolari;
- disfunzioni legate all'obesità³.

³Verrà dedicato maggior tempo agli spostamenti a piedi per raggiungere una fermata e verrà dato più spazio alla mobilità ciclabile.

4.3 Integrazione con le politiche ambientali, economiche e sanitarie

Alcuni articoli in letteratura sottolineano la necessità di integrare la politica dei trasporti con quella ambientale e sanitaria (Stead, 2008). La mobilità sostenibile non potrà mai essere messa in pratica se non si ridefinisce il problema in tre dimensioni: economica, ambientale e sociale. Un elemento chiave per rendere accettabile pubblicamente la mobilità sostenibile è l'attuazione di politiche integrate (Banister, 2008).

I trasporti incidono sull'ambiente e sulla qualità dell'aria e delle acque, a causa dei gas di scarico che vengono emessi dai mezzi e delle infrastrutture che questo settore richiede (Stead, 2008). Un'aria più pulita può avere un impatto positivo sulla salute delle persone e di conseguenza può alleggerire la domanda di cure mediche (Parry e Bento, 2000).

Sia a livello nazionale che europeo, i politici sono consapevoli dell'importanza delle politiche integrate, poiché un miglioramento del trasporto passeggeri può portare ad un risparmio di tempo e quindi diminuire le perdite di produttività economica (Eddington, 2006). Quindi, si verificherà una diminuzione del traffico nelle ore di punta che potrà avere effetti anche su tutta la struttura lavorativa di un Paese⁴.

⁴Le ore lavorative giornaliere potranno scendere a 7 o 6.

4.4 Chiusura del centro storico alla mobilità privata

Secondo l'Istituto Nazionale della Sanità in Svezia, essere un automobilista assiduo aumenta il rischio di una vita sedentaria e dell'obesità. Ciò si traduce in costi per il sistema sanitario nazionale, pagati da tutti, anche da coloro che si recano al lavoro usando il mezzo pubblico. I conducenti delle autovetture, oltre che a contribuire al rumore e all'inquinamento atmosferico, sono soggetti all'isolamento ed impediscono la libertà di movimento di molte altre persone come i bambini e gli anziani (Planka, 2008). Finché si costruiscono città per le automobili, il traffico aumenterà, sia che i cittadini siano contrari che favorevoli. In numerosi studi sociologici svedesi è emerso che i cittadini vogliono che i loro contributi vengano investiti nel trasporto pubblico, non in strade o in infrastrutture atte allo sviluppo del trasporto privato.

Opinione comune è che la riduzione del traffico privato in aree urbane possa indebolire il tessuto commerciale locale e quindi provocare una sostanziale diminuzione dei proventi per i commercianti. In realtà, questo è sbagliato; molti studi e casi già esistenti (è il caso di Via d'Azeglio a Bologna) hanno dimostrato l'esatto contrario. La chiusura del centro storico induce non solo un aumento del numero di pedoni, ciclisti e utenti del trasporto pubblico, ma anche di attività commerciali. Un chiaro esempio in cui si dimostra che l'automobile può non essere il principale vettore economico è il caso Stoccolma: nella capitale svedese solo il 6% dei viaggi per andare a comprare nel centro storico coinvolgono l'automobile.

Non si argomenta la chiusura del centro storico soltanto con lo scopo di ridurre le emissioni inquinanti nelle zone più densamente popolate. E' anche una questione di vivibilità e spazi urbani. Ogni parcheggio pubblico destinato ad un'autovettura è una sottrazione di spazio ai cittadini per socializzare e costruire la città futura.

Nel caso di Bologna, attualmente, il pedone si trova a camminare sotto i portici, zone soggette a un forte ricircolo dei contaminanti pesanti, in particolare del PM_{10} .



Figura 4.2: Possibile scenario in Via Barberia. *Elaborazione: Trombetti N.*

Nella figura 4.2 viene riportato un esempio nel quale si notano le conseguenze di un'ipotetica chiusura del centro storico. Maggior spazio alla mobilità cosiddetta lenta (ciclabile e pedonale), assenza di parcheggi per automobili sui margini della sede stradale rimpiazzati da un'ampia pista ciclabile, carreggiata destinata principalmente al trasporto pubblico; viene infatti messa in evidenza la linea filobus già presente sul territorio. Sarà infine necessario un intervento per rimuovere l'attuale pavimentazione stradale di Via Barberia che causa un elevato livello di inquinamento acustico.

4.5 La rete filoviaria di Bologna

Attualmente, come descritto nel paragrafo 3.5, ATC dispone di 60 autobus elettrici, 45 filobus e 15 navette alimentate da batterie. In aggiunta bisogna considerare i 49 Civis fermi nei depositi.

I filobus servono la maggior parte delle corse della linea 13 e delle circolari 32 e 33. Sulla linea 13 sono in servizio i filosnodati (18 m) Solaris Ganz-Trollino e CAM-MAN. Sulle linee circolari 32 e 33 sono attivi il Solaris Ganz-Trollino e i filobus tradizionali (12 m) Bredameranini 220FLU e Breda 4001 12. La linea 13 San Ruffillo-Borgo Panigale è nata dall'unione delle vecchie linee radiali 41 e 46 ed è attiva dal 1990. Le linee circolare destra (32) e circolare sinistra (33) hanno lo stesso percorso degli anni Settanta e hanno ripreso l'attività nel 2002.

Adesso, ATC vuole ripristinare l'antica tratta bifilare della linea 14 (ex 43) che unisce il Quartiere Barca con Piazza Malpighi e mettere in tensione la linea filoviaria costruita *ex novo* e terminata nel 2006 da Piazza Malpighi alla Rotonda Paradisi (Quartiere San Vitale). Si sta inoltre eseguendo il prolungamento della linea filoviaria dalla Rotonda Paradisi fino al Deposito ATC Due Madonne per un totale di 2,2 km.

Il prolungamento della linea 13 dall'attuale capolinea in Via Pavese alla Stazione di Rastignano è inserito nell'Accordo di Programma tra Regione Emilia Romagna, Comune di Bologna, Comune di Imola e SRM SpA.



Figura 4.3: Lo sdoppiamento della linea filobus in zona Certosa. Foto: Tarantino F.

Anche la linea portante 20 subirà un cambiamento dal momento che tornerà in esercizio la vecchia linea filoviaria che operava tra Piazza Malpighi e Casalecchio Centro, che è la stessa del 14 fino a Via della Barca; dopo il 20 seguirà per l'ultimo tratto di Via Andrea Costa e proseguirà per Via Don Luigi Sturzo in direzione Casalecchio. Non è purtroppo previsto un processo di filoviarizzazione che arrivi fino all'altro capolinea, il Quartiere San Donato/Pilastro. Anche Via Saragozza resterà senza rete filoviaria perché non è possibile farla passare sotto l'Arco del Meloncello.

In cantiere vi è anche la filoviarizzazione della linea 27, sia da Corticella che da Corticella Stazione fino alla Stazione Centrale FS. Da San Lazzaro fino alla Stazione FS la linea 27 sarà sostituita dal Civis.

Nelle Tavole inserite in allegato, sono riportate la rete filobus attuale e quella futura.

4.5.1 Il Progetto Civis

Si tratta di un normale filobus (Crystalbus Irisbus), equipaggiato con un sistema a guida ottica (Optiguide Siemens) che consente, per mezzo di una telecamera che legge un'apposita banda segnaletica posta sulla carreggiata, di mantenere una traiettoria regolare. Volendo il guidatore può intervenire sullo sterzo, correggendo la direzione. Nella versione 18,5 metri (omologata in Italia come filobus) la capienza è di 145 posti di cui 29/33 a sedere.

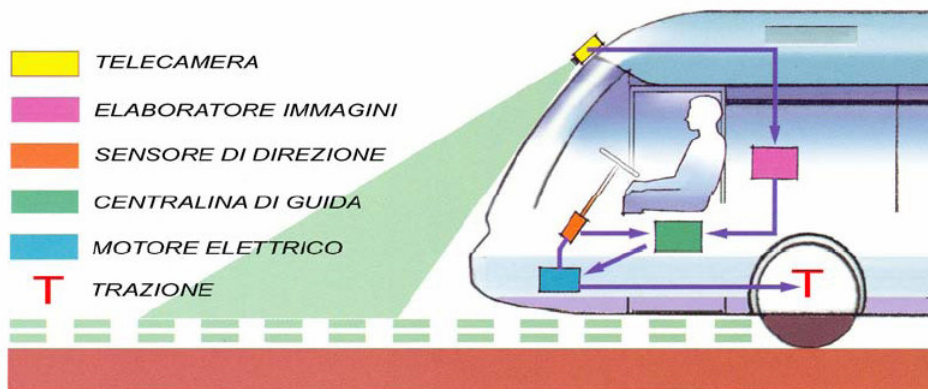


Figura 4.4: Principio di funzionamento del Civis.

Attualmente il sistema è in esercizio solo in Spagna (Castellon de la Plana) e negli USA (Las Vegas). A Rouen (Francia) è stato annullato l'ordine di 55 esemplari e bloccato il progetto perché in sede di collaudo il sistema è risultato affidabile solo per velocità inferiori a 25 km/h e la tolleranza media, per velocità superiori, è risultata di 10-30 cm, con continui interventi del conducente.

Per quanto riguarda l'area bolognese, ATC ha a disposizione 42 veicoli da impiegare su 4 linee. In media, ipotizzando un tempo al giro di 1 ora (ipotesi ottimistica), si potrebbero realizzare frequenze limite di circa 10 o 11 veicoli ogni ora. La capacità teorica varierà dai 1450 ai 1595 passeggeri/ora.

Tabella 4.1: Alcuni dati del progetto Civis ritoccati in corso d'opera. *Fonte: ATC*

Lunghezza del tracciato	18,93 km
Fermate	105
Mezzi previsti	49
Mezzi in circolazione	42
Mezzi di riserva	7
Costi totali	182,2 mln€
per opere civili e impianti	98,3 mln€
per veicoli	62,6 mln€
per sicurezza e oneri accessori	21,3 mln€
Costo medio al km	9,62 mln€/km
Costo medio di ogni veicolo	1,28 mln€/veicolo

Il tragitto che compierà nell'area urbana di Bologna è possibile vederlo nelle Tavole.

4.6 La sostenibilità ambientale dei filobus

In base alle recenti direttive ambientali dell'UE, le agenzie di trasporto pubblico hanno avviato un progressivo processo di rinnovamento della flotta veicolare introducendo veicoli ZEV (Carrese e altri, 2008). I filobus, tipologia di autobus che rientra nella strategia ambientale di ATC, sono veicoli cosiddetti ZEV. ATC nel 2009 ha infatti acquistato 11 filobus di 18 metri e nel Piano triennale investimenti 2010-2012 acquisterà altri 20 nuovi filobus che si sommano ai 49 Civis già impegnati. I filobus sono sistemi di trasporto collettivo

dotati di motore elettrico (e motore termico per marcia alternativa) alimentati da rete elettrica mediante captazione aerea bifilare. Dal punto di vista ambientale sono tra i meno impattanti, dal momento che vengono azzerate le emissioni inquinanti a livello locale. Solo localmente perché se l'energia elettrica per far funzionare il sistema venisse prodotta attraverso fonti di natura fossile, bisognerebbe comunque considerare le emissioni inquinanti prodotte dalla centrale elettrica. Di seguito sono illustrati i principali benefici di una linea filobus estesa ed efficiente (Kuhne, 2010). Tali voci fanno riferimento ai vantaggi ambientali apportati dal motore elettrico:

- azzeramento delle emissioni in ambito cittadino;
- riduzione dell'inquinamento acustico;
- assenza della scatola del cambio;
- allungamento della vita utile di ciascun mezzo;
- assenza di perdite di energia in caso di soste (ai semafori, alle fermate, a causa del traffico);
- basse emissioni di particolato durante le frenate;
- adatto ad essere alimentato da energie rinnovabili, poiché queste forme forniscono prevalentemente energia elettrica.

4.6.1 Costi specifici a confronto: autobus a gasolio e filobus

Anche da un punto di vista economico il riutilizzo della linea bifilare è estremamente vantaggioso, in uno scenario futuro in cui il gasolio tenderà ad essere sempre più caro.

In questa tabella non sono considerati i costi di installazione dell'infrastruttura filoviaria e non vengono nemmeno riportate le esternalità negative dei due sistemi a confronto. Nella sola valutazione dei costi per automezzo per km percorso emerge una differenza di 32 centesimi di euro a favore

Tabella 4.2: Confronto dei costi specifici per km di filobus e autobus a gasolio. *Fonte: Kuhne*

Specific costs per km (in euro)	Trolley bus	Diesel bus
Driver	Neutral	Neutral
Operation costs	0,23	0,59
Maintenance	0,27	0,31
Capital costs	0,22	0,15
Vehicle costs per km	0,72	1,04

del filobus. In un contesto urbano in cui si voglia riutilizzare la già presente infrastruttura aerea bifilare l'utilizzo del filobus è obbligatorio.

4.7 Un TPL a tariffa zero

Cominciamo con due considerazioni. La prima riguarda il bilancio delle aziende del trasporto pubblico. Per esempio, nel 2009 ATC ha incassato 50 milioni di euro per vendita di biglietti, a fronte di 198 milioni di euro di costi operativi. Quindi, la percentuale di copertura dei costi operativi con ricavi tariffari supera di poco il 25%, contro una media europea di oltre il 50%. Una cifra dunque piuttosto modesta, testimone della natura politica del prezzo dei biglietti, che copre solo parzialmente il costo di ogni passeggero che viaggia sui bus cittadini. I ricavi risultano inoltre abbassati da chi non paga il biglietto.

Secondo. Le scelte di mobilità sono caratterizzate, oltre che dai costi dell'utilizzo dei diversi mezzi di trasporto, da ingenti costi esterni. E' il caso dei costi associati all'inquinamento atmosferico, all'inquinamento acustico, alla congestione, agli incidenti e ai costi sanitari connessi. Da questo punto di vista il trasporto pubblico, caratterizzato da costi esterni molto inferiori a quelli di altre modalità di mobilità, in primis l'auto privata, non torna utile solo a chi lo utilizza, ma anche a chi non l'utilizza. E' il motivo per cui si par-

la spesso della necessità di incrementare l'uso dei mezzi pubblici. Da queste due considerazioni scaturisce un'idea: perché non offrire il trasporto pubblico gratuitamente a tutti, abolendo *tout court* il biglietto, per favorire l'utilizzo di questa modalità? Perché bisogna seguire il modello europeo? La riduzione di entrate sarebbe tutto sommato contenuta e l'utilizzo dei mezzi pubblici non potrebbe che crescere. Molte persone infatti potrebbero trovare conveniente saltare su un bus anche solo per poche fermate, e questo potrebbe innescare un cambio di mentalità che sposti finalmente le preferenze degli individui verso una scelta di mobilità più sostenibile. Il bus come servizio che ci appartiene, come un mezzo su cui salire anche solo per una fermata, come una presenza utile nel quotidiano di tutti i cittadini, può attivare un circuito virtuoso: minore traffico, bus più pieni anche di sera, maggiore senso di sicurezza. Insomma, un nuovo modo, più in sintonia non solo con l'ambiente ma anche con le altre persone, di vivere le città.

I costi esterni per passeggero ogni chilometro⁵ sono pari a 12,9 centesimi di euro per le automobili, di cui circa la metà dovuti a congestione e circa un altro quarto dovuto ad incidenti (tabella 2.4). Utilizzare il trasporto pubblico fa risparmiare quasi i tre quarti delle esternalità nel caso degli autobus, e le riduce a meno di 1 centesimo nel caso del tram.

Un TPL a tariffa zero è una delle poche iniziative concrete destinate ad agire sulle abitudini di spostamento di ogni cittadino. Introdurre questa strategia di *pricing* è sicuramente la via più economica e facile per raggiungere il tanto aspirato passaggio dalla mobilità privata a quella pubblica. Una volta internalizzati i costi da appropriate politiche di *road pricing*⁶, tutti i finanziamenti andranno al trasporto pubblico, in modo da ricoprire i costi ad esso connessi ed azzerare la tariffa.

⁵Misura che permette di tenere conto del fatto che un autobus a gasolio inquina molto di più di un'automobile ma trasporta al contempo molte più persone, e che deve essere letta come i costi ambientali e sociali causati da un passeggero per ogni chilometro percorso.

⁶Nella letteratura dell'economia dei trasporti viene definito come la tariffazione sull'uso dell'infrastruttura finalizzata a ridurre la congestione e ad internalizzare le esternalità.

4.7.1 Un cambiamento strutturale temporaneo

Una soluzione importante alle esternalità precedentemente indicate è la conversione della domanda di trasporto privato in domanda di trasporto pubblico (Fujii e Kitamura, 2003). Da parte delle Amministrazioni Comunali sono state proposte varie misure, come il blocco del traffico alle autovetture più impattanti (misura CAC), l'introduzione di mezzi pubblici nuovi, il road pricing (misura IB). Tutti questi accorgimenti vengono anche chiamati misure di Travel Demand Management (TDM). Queste misure si basano sull'ipotesi che la scelta modale del mezzo di trasporto può essere influenzata migliorando l'offerta del TPL e allo stesso tempo riducendo la domanda di trasporto privato (Watson e Everett, 1987). Quindi, la scelta del mezzo di trasporto dipende in larga parte dalle infrastrutture dei sistemi di trasporto. Tale affermazione è stata confermata varie volte e in ambiti diversi.

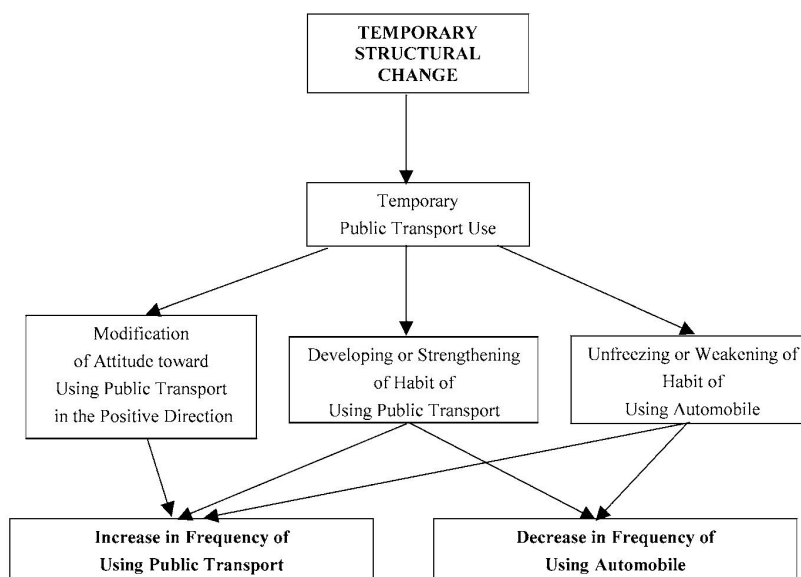


Figura 4.5: Un cambiamento strutturale momentaneo induce un cambiamento duraturo. *Fonte: Fujii e Kitamura*

Tuttavia, è necessario sottolineare che la ripartizione modale non dipende esclusivamente dall'infrastruttura presente sul territorio, ma anche da fattori psicologici o abitudinari (Ajzen, 1991). Lo studio condotto dal Dipartimento

di Ingegneria Civile di Tokyo intende mettere in pratica quanto ipotizzato da studi precedenti. Come risposta alle esternalità da traffico viene dato giornalmente un biglietto gratuito del servizio pubblico per un mese agli automobilisti abituali per recarsi al posto di lavoro. Viene cioè introdotto un cambiamento strutturale temporaneo, il quale produrrà un cambiamento duraturo nelle abitudini degli automobilisti quotidiani (Fujii e Kitamura, 2003). Finito questo periodo il servizio pubblico sarà la scelta prioritaria del mezzo di trasporto in aree urbane anche da parte di chi l'aveva sempre scartato.

4.7.2 Casi di trasporto pubblico a tariffa zero

In tutto il mondo sono molte le città che hanno già adottato un servizio pubblico a tariffa zero⁷, specialmente negli Stati Uniti e in Francia. In Italia, l'unica città che ha adottato questa politica è Troia, in Provincia di Foggia, la quale sta finanziando questo servizio attraverso i proventi da energia eolica. Anche a Bologna si potrebbe pensare, per esempio, di alimentare la futura linea filobus con l'energia prodotta dai pannelli solari posti sui tetti esposti a sud degli edifici.

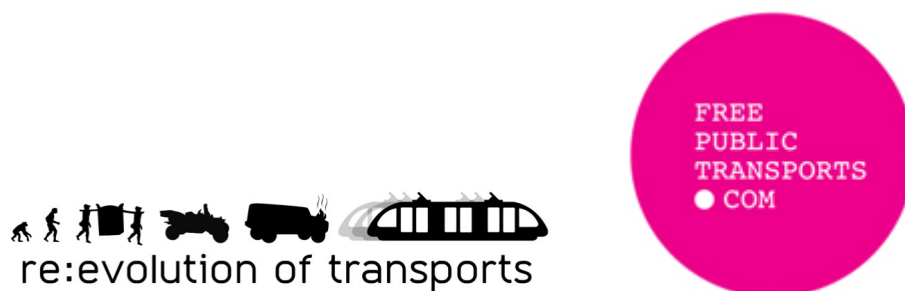


Figura 4.6: Banner e adesivo di propaganda per un trasporto pubblico locale gratuito ideato dal network svedese Planka.nu.

Torre Vieja (Spagna). Situata a sud di Alicante, sulla costa mediterranea, ha una popolazione di 101.000 abitanti, circa un quarto di Bologna.

⁷www.freepublictransports.com

La compagnia del TPL “Costa Azul” offre abbonamenti urbani gratuiti ai residenti di qualsiasi età. Per ottenere il permesso di circolare liberamente sugli autobus municipali è necessario recarsi presso l’ufficio dei trasporti e richiedere, dopo aver mostrato il certificato di *empadronamiento* e un documento d’identità, la “smart card” di riconoscimento (a pagamento).

Zagabria (Croazia). La capitale di questa nazione post-socialista ha introdotto il servizio pubblico a tariffa zero solo all’interno del centro storico nel maggio 2009, con lo scopo di ridurre il numero delle automobili e incoraggiare i residenti a parcheggiare in apposite aree situate fuori dal centro storico.

Hasselt (Belgio). Questa cittadina ha adottato il servizio “zero-fare” nel 1997. Da allora gli utenti del TPL sono aumentati del’800%. E’ stato anche dato ampio spazio alla mobilità ciclabile e pedestre. Queste iniziative hanno riscosso molto successo e hanno attirato nuove attività commerciali verso il centro di Hasselt.

Baltimora (Stati Uniti). E’ la più grande città indipendente degli Stati Uniti. Nel gennaio del 2010 è stato lanciato un nuovo servizio navetta gratuito formato da 21 autobus elettrici ibridi circolanti tutti i giorni della settimana. Adesso è attiva una sola linea, ma presto verrà affiancata da altre due linee (Barry, 2010). L’idea finale è quella di collegare il porto e l’ospedale con il centro della città e la prima periferia. Inoltre, questo servizio è stato pensato come collegamento tra tutte le stazioni (treni, suburbana, autobus).

Changning (Cina). Nel 2008 il governo locale di questo distretto da 600 mila abitanti ha introdotto tre linee di autobus totalmente a tariffa zero. Durante i primi giorni si è registrato un aumento dell’utilizzo del mezzo pubblico del 60%. Questo provvedimento è stato attuato con lo scopo di ridurre il consumo di energia e materie prime e di promuovere il welfare. Questo servizio verrà finanziato attraverso sussidi per il carburante dal Governo Centrale e dai proventi derivanti dalle pubblicità sugli autobus.

Capitolo 5

TPL a costo zero: una proposta operativa per Bologna

Come ho riportato nel capitolo precedente, i ricavi tariffari di ATC nel 2009 sono stati inferiori a un terzo rispetto al totale dei costi operativi. La restante quota, i due terzi, è data da altre tipologie di introiti, come i finanziamenti regionali, gli stalli di sosta a pagamento oppure le multe ai passeggeri che ammontano a 1 milione e mezzo di euro.

Questo capitolo intende fare una proposta, da implementare in futuro, di compensazione dei mancati introiti da tariffazione in area urbana, che nel caso di Bologna ammontano a 50 milioni di euro secondo il bilancio ATC del 2009.

Il TPL è il vettore di spostamento con i costi esterni per passeggero al chilometro più bassi, quindi è la scelta modale più sostenibile anche finanziariamente. Un obiettivo è proprio quello di ottenere una domanda sempre crescente di servizio pubblico e al tempo stesso migliorare l'offerta, con frequenze più elevate nelle ore di punta e l'introduzione di nuove linee. Un miglioramento del servizio potrebbe essere ottenuto anche con l'utilizzo di navette che chiameremo Express, le quali potrebbero fare meno fermate e quindi giungere a destinazione con tempi dimezzati rispetto agli attuali.

La tariffazione del servizio pubblico dovrà essere sostituita dai ricavi provenienti da alcune politiche che mirano ad internalizzare ulteriormente

i costi esterni provocati dall'uso del mezzo privato in aree urbane. Primo fra tutti i parcheggi a pagamento dell'area urbana. Inoltre, è anche possibile destinare una quota delle sanzioni amministrative per violazione del codice della strada al TPL. Sarà così possibile disincentivare significativamente l'utilizzo dell'auto riducendo gli attuali livelli di congestione¹.

Per giungere a questo traguardo, bisognerà agire in due fasi: in un primo momento il centro storico resterà aperto alle auto e ai motocicli, ma entrambe le categorie dovranno pagare alti costi di parcheggio in modo da finanziarie decisamente il TPL. Tale servizio rimarrà ancora a pagamento ma con una tariffazione minore (è ipotizzabile arrivare a 50 centesimi ogni biglietto).

In una auspicabile seconda fase, quando gli automobilisti e i motociclisti utenti abituali decideranno di non entrare in centro e di non sostenere più gli elevati costi di parcheggio, si progetterà un'area urbana sostanzialmente libera dal traffico privato, ma con un TPL gratuito e accettato dall'opinione pubblica.

Oppure è anche ipotizzabile prevedere una tassa comunale analoga a quella dei rifiuti per coprire i costi dei servizi di trasporto urbano. In questo modo ci sarebbe anche un coinvolgimento di tutti i cittadini che, proprio grazie al diretto contributo, sarebbero maggiormente incentivati ad utilizzare il mezzo pubblico e nel contempo si aiuterebbero le categorie più deboli economicamente che anche oggi sono le maggiori utenti del trasporto pubblico.

5.1 I costi della struttura per l'emissione dei biglietti

Nel corso del 2009 sono state effettuate le installazioni dei nuovi validatori elettronici sui veicoli aziendali e sono state predisposte le biglietterie per l'emissione di biglietti magnetici. Questa azione fa parte del progetto STIMER,

¹Essendo Bologna una città post-industriale, la mobilità è più diffusa nello spazio e nel tempo, perciò risulta anche di fondamentale importanza l'adozione di un appropriato Piano Territoriale degli Orari.

che vede coinvolte ATC, Trenitalia, FER, e le altre aziende di TPL della Regione Emilia-Romagna per la realizzazione di un sistema di tariffazione integrata ferro-gomma sull'intero territorio regionale suddiviso in zone tariffarie. Per ATC il costo di questo progetto, ripartito in tre anni, è di circa 5 milioni di euro, quindi 1,7 milioni di euro all'anno nel periodo 2010-2012.

Tabella 5.1: I costi in migliaia di euro della struttura per l'emissione dei biglietti. *Fonte: ATC*

Progetto STIMER	5.100 in tre anni
Aggi ai rivenditori dei titoli di viaggio	1.400
Personale coinvolto nella vendita	1.058
Stampa biglietti	Difficilmente quantificabili
Totale	circa 4.200

Per quanto riguarda le altre spese connesse alla struttura per l'emissione dei biglietti, sempre nel 2009 sono stati versati aggi ai rivenditori dei titoli di viaggio pari a 1,4 milioni di euro ed il personale coinvolto nella vendita dei ticket è costato poco più di 1 milione di euro. Il totale dei costi di questa struttura è di circa 4,2 milioni di euro all'anno. Inoltre, bisogna anche considerare il costo di stampa dei singoli biglietti, voce che non è possibile reperire direttamente nel bilancio ATC.

5.2 Descrizione dell'offerta di sosta

Il Piano Sosta è lo strumento a disposizione dell'Amministrazione Comunale per l'utilizzo razionale, equo ed efficiente del suolo destinato alla sosta veicolare. Il Piano nasce quindi per regolamentare la sosta, distinguendo le esigenze dei residenti da quelle dei non residenti, le necessità di chi svolge attività commerciali o di servizio da quelle di chi si muove in funzione del tempo libero.

Questo Piano introduce il pagamento della sosta su strada in aree individuate come zone a particolare valenza urbanistica. Il territorio regolamentato è suddiviso in 6 settori (numerati da 1 a 5, più il settore U, in zona universitaria) nel centro storico e in 6 zone (zona A, B, che include la zona Fiera, C, D, E, F) nella corona semi-centrale e in periferia. Gli orari e le tariffe sono diversificati tra centro e periferia ed esistono varie tipologie di abbonamento. Sono inoltre previste esenzioni.

A partire dal 5 aprile 2011, sono entrate in vigore le nuove tariffe per la sosta, come è possibile vedere nelle Tavole in allegato. I posti auto nella Cerchia dei Mille e in altre aree indicate da apposita segnaletica sono soggette a tariffazione maggiore, mentre nelle zone periferiche i parcheggi a pagamento hanno una tariffa ridotta. I veicoli a GPL e metano hanno degli sconti del 50% solo sugli abbonamenti semestrali e mensili.

5.3 Aumento della tariffazione della sosta

Nel 2009 ATC ha incassato dalle soste quasi 11 milioni di euro grazie ai 30.264 stalli di sosta a pagamento. A questi bisogna aggiungere 1 milione e 300 mila euro di ricavi per la vendita dei titoli di accesso al centro storico.

La proposta operativa di questa tesi è proprio quella di aumentare o raddoppiare sia la tariffazione della sosta a pagamento nella Cerchia dei Mille e all'interno dei Viali, sia il costo dei titoli di accesso al centro storico. In questa maniera gli automobilisti che sceglieranno di sostenere questo incremento di costo marginale e accedere al centro storico contribuiranno a finanziare il TPL in aree urbane e renderlo gradualmente a tariffa zero. Con il passare del tempo, attraverso anche alcuni escamotage psicologici come quelli visti nella sottosezione 4.7.1, i conducenti abituali saranno indotti a smettere di pagare la sosta nel centro storico e contribuiranno ad aumentare la domanda di TPL, il quale sarà costretto ad incrementare l'offerta, attraverso l'introduzione di nuove linee e nuovi servizi. Quando nessun automobilista entrerà più all'interno delle Mura, il TPL verrà mantenuto dalle politiche di integrazione viste precedentemente e di futuribile implementazione con il concorso di molteplici

figure professionali.

Nel Quadro Conoscitivo del PGTU è possibile ricavare alcuni dati relativi alla quantità dell'offerta di sosta per auto e motocicli. Nel centro storico ci sono 10.356 stalli² per le autovetture, mentre gli stalli destinati ai motoveicoli sono 7.054. Per esempio, se si portasse la tariffazione oraria a 5 euro, considerando un fattore di riempimento giornaliero del 90%, in un anno si potrebbero destinare 17 milioni di euro al trasporto pubblico. Inoltre, se si introducesse anche la tariffazione della sosta dei motoveicoli a 2 euro all'ora, si aggiungerebbe la cifra di 4,6 milioni di euro annuali da destinare al trasporto pubblico.

Tabella 5.2: Bilancio ipotetico per un TPL gratuito a Bologna (in migliaia di euro).

Voce	Entrate	Uscite
Spese da compensare		50.000
Abolizione del biglietto	4.200	
Introiti da stalli per auto	17.000	
Introiti da stalli per motoveicoli	4.600	
Totale	25.800	50.000

I restanti 25 milioni di euro verranno da:

- introiti da tariffazione degli stalli situati in zone esterne al centro storico;
- costi esterni risparmiati con l'incremento della domanda di mobilità pubblica.

Altre fonti di finanziamento dovranno essere decise dall'Amministrazione Comunale, prestando particolare attenzione alla salute e agli interessi del singolo cittadino, attraverso dibattiti pubblici e condivisi in piazza, laboratori partecipati e aperti a personalità tecniche qualificate.

²Dato ATC al 31/12/2005.

5.4 Provvedimenti futuri

La proposta discussa in questa sede darà origine ad una fase di transizione che porterà il cittadino ad essere direttamente coinvolto nel processo di cambiamento, in quanto utente sia del sistema di trasporto privato, sia di quello pubblico. Il passo successivo saranno le possibili strategie per un'area urbana ad emissioni zero illustrate nel Capitolo 4.

Prima di pensare a progetti di grande entità infrastrutturale e finanziaria (come la metropolitana), è di fondamentale importanza tutelare e amministrare il visibile. Per questa ragione, il miglioramento della qualità del servizio del TPL in superficie è il disegno su cui agire. In un sistema Terra in cui le risorse sono limitate, ma i consumi tendono all'infinito, la società culturalmente preparata deve sapere pianificare un sistema di mobilità pubblica che sia futuribile e a basso impatto ambientale. Per poi poterlo gestire, ci vorrà un sistema economico che utilizzi politiche di contenimento degli sprechi e dei consumi. Per questo motivo la parola decrescita e sobrietà dovranno emergere dal caos che stiamo attraversando e vivendo.

Riflessioni conclusive

Questa tesi, attraverso un'ampia overview della letteratura disponibile *on line*, intende inizialmente illustrare i limiti fisici ed energetici dello sviluppo sostenibile. Il legame consumi-sviluppo non potrà durare per sempre perché è contrario alle leggi della termodinamica (I e II principio). Per questo motivo la parola decrescita deve essere intesa come ancora di salvezza e nuovo paradigma per affrontare le nuove sfide dei prossimi anni: aumento della popolazione, aumento dei consumi, aumento del numero di automobili, aumento delle emissioni inquinanti.

L'economia di mercato fallisce, cioè non raggiunge un punto di equilibrio nel momento in cui non vengono messe a bilancio le esternalità negative, in questo caso provocate dal trasporto privato passeggeri in ambito urbano. Prendendo in esame i costi esterni per passeggero ogni chilometro percorso di tutte le modalità di trasporto, si nota che quello con i costi più alti è il trasporto privato, in particolare sono le automobili (che spesso viaggiano con il solo conducente) e i motocicli a causare i danni maggiori alle finanze di una nazione. Inoltre, più in generale, un'economia di mercato così dipendente dai combustibili fossili è destinata al collasso, perché tale input energetico è limitato e le sue prospettive di rigenerazione intercorrono nell'arco di centinaia di migliaia di anni.

Su scala locale, Bologna deve pensare ad un rilancio della città culturale e sociale, ruolo che sempre ha avuto nell'arco della sua storia. Una proposta di facile attivazione per dare a Bologna un nuovo impulso economico, sociale e culturale è l'idea che ho cercato di delineare in queste pagine. Per raggiungere un'area urbana a emissioni zero, sarà necessario un progetto strutturato in

due fasi. Nella prima fase bisognerà convertire gli introiti da tariffazione degli stalli nel centro storico in miglioramento del servizio di trasporto pubblico su vari fronti: nuove linee, filobus e servizi Express. Successivamente, con l'introduzione del trasporto pubblico a tariffa zero, si potrà chiudere definitivamente il centro storico alla mobilità privata e raggiungere alti standard di qualità di vita. I parcheggi che prima erano destinati alle auto e ai motocicli potranno essere sostituiti da piste ciclabili. Il ripristino delle linee aeree bifilari porterà ad una flotta autobus prevalentemente formata da filobus, scelta che abbasserà drasticamente le emissioni in atmosfera degli inquinanti, in particolare PM_{10} e NO_x , prodotti dai vecchi motori a gasolio. I servizi Express nelle ore di punta consentiranno di incrementare la domanda di TPL dal momento in cui i tempi di percorrenza periferia-centro potrebbero essere dimezzati.

Tale progetto sarà implementato sia da tecnici ed ingegneri che da altre professioni come sociologi, economisti e giuristi, e potrà rilanciare sul mercato anche nuove figure. Coloro che prima erano controllori, per esempio, potranno essere responsabili del decoro degli autobus.

Una città post-industriale, all'avanguardia e basata sui servizi ha la responsabilità di offrire alla mobilità urbana un nuovo modello di TPL. La gratuità del servizio non sarà contraria alle leggi di natura darwiniana, ma potrà risolvere (o perlomeno limitare) il problema dell'inquinamento in aree urbane, in questo caso a Bologna.

Bibliografia

- AA.VV. (2006a). *Piano della Mobilità Provinciale (PMP)*. Provincia di Bologna, 2006.
- AA.VV. (2006b). *Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU)*. Comune di Bologna, 2006.
- Ajzen I. (1991). The theory of planned behaviour. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, **50**, 179–211.
- Armaroli N.; Balzani V. (2005). *Energia oggi e domani*. Bononia University Press.
- Armaroli N.; Balzani V. (2008). *Energia per l'astronave terra*. Zanichelli, Bologna.
- Atkinson R. (2000). Atmospheric chemistry of VOCs and NOx. *Atmospheric Environment*, **34**, 2063–2101.
- Atkinson R. e altri (2001). Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. Air Pollution and Health: a European Approach. *American journal of respiratory and critical care medicine*.
- Banister D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport policy*, **15**(2), 73–80.
- Barry J. (2010). The Charm City Circulator is more than a cool free bus. *Baltimore City Paper*.

- Becker U. e altri (2002). *Ermittlung der Kosten und Nutzen von Verkehr in Sachsen*. Dresden: Saxon State Agency for Environment and Geology.
- Bell M. e altri (2003). Time-series studies of particulate matter. *Working papers, Johns Hopkins University*.
- Biggeri A. e altri (2004). Meta-analysis of the Italian studies on short-term effects of air pollution (MISA 1996-2002). *Epidemiologia e prevenzione*.
- Bilbao-Ubillos J. (2008). The costs of urban congestion: Estimation of welfare losses arising from congestion on cross-town link roads. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **42**(8), 1098–1108.
- Button K. (1990). Environmental externalities and transport policy. *Oxford Review of Economic policy*, **6**(2), 61–75.
- Cantore G. (1999). *Macchine*. Progetto Leonardo, Bologna.
- Carrese S.; Cipriani E.; Petrelli M. (2008). Progetto di rete di trasporto pubblico con l'introduzione di veicoli a basso impatto ambientale. *Interventi e metodologie di progetto per una mobilità sostenibile*.
- Cascetta E. (2006). *Modelli per i sistemi di trasporto*. UTET Università, Milano.
- CE (1995). *Verso una corretta ed efficace determinazione dei prezzi nel settore dei trasporti, Libro verde*. Bruxelles.
- CE (1998). *Pagamento commisurato all'uso dell'infrastruttura. Approccio graduale a un quadro comune di fissazione degli oneri per l'infrastruttura di trasporto nell'UE, Libro bianco*. Bruxelles.
- CE (1999). *ExternE Externalities of Energy - Methodology 1998 update*. Office of Publications for the European Communities, Luxembourg.
- Cebollada A. (2009). Mobility and labour market exclusion in the Barcelona Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*, **17**(3), 226–233.

- Cleveland C.; Kaufmann R. (2003). Oil supply and oil politics: Deja Vu all over again. *Energy Policy*, **31**(6), 485–489.
- Dales J. (1968). *Pollution, property and prices*. University of Toronto Press, Toronto.
- DfT U. (2004). *Transport Analysis Guidance (TAG). The Environment Objective*. London: Department for Transport.
- Dominici F. e altri (2005). Revised analyses of the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study: mortality among residents of 90 cities. *Journal of toxicology and environmental health, Part A*.
- Eddington R. (2006). *Transport's role in sustaining the UK's productivity and competitiveness*.
- EEA (2005). *The European environment - State and outlook 2005*.
http://reports.eea.europa.eu/state_of_environment_report_2005_1/en.
- Ellul J. (1998). *Le Bluff technologique*. Hachette Litteratures, Parigi.
- Euromobility (2007). Benefici ambientali del metano per autotrazione. Relazione tecnica, CNR, Istituto Inquinamento Atmosferico.
- Fisher G. (2002). *The cost of PM10 Air Pollution in Auckland. A preliminary assessment*. National Institute for Water and Atmospheric Research.
- Fujii S.; Kitamura R. (2003). What does a one month free bus ticket do to habitual drivers? *Transportation*, **30**, 81–95.
- Gadrey J.; Jany-Catrice F. (2005). *No Pil! Contro la dittatura della ricchezza*. Castelvechi, Roma.
- Georgescu-Roegen N. (2003). *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Hepburn C. (2006). Regulation by prices, quantities, or both; a review of instrument choice. *Oxford Review of Economic policy*, **22**(2), 226–247.

- Hopkins R. (2008). *The Transition Handbook: From Oil Dependency to Local Resilience*. Green Books, Dartington.
- Hoyos D. (2004). La estimacion de costes externos de transporte: una aplicacion para Euskadi. *Ekonomiaz-Revista vasca de Economia*, **57**, 240–267.
- Illich I. (1993). *La convivialità*. Red Edizioni.
- Illich I. (2006). *Elogio della bicicletta*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Jakob A.; Craig J. L.; Fisher G. (2006). Transport cost analysis: a case study of the total costs of private and public transport in Auckland. *Environmental Science & Policy*, **9**, 55–66.
- Kenyon S. e altri (2002). Transport and social exclusion: investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility. *Transport Geography*, **10**(3), 207–219.
- Kerschner C. (2010). Economic de-growth vs. steady-state economy. *Journal of Cleaner Production*, **18**(6), 511–518.
- Kuhn T. (1969). *La struttura delle rivoluzioni scientifiche. Come mutano le idee nella scienza*. Einaudi, Torino.
- Kuhne R. (2010). Electric buses. An efficient urban transportation means. *Energy*, **35**, 4510–4513.
- Latouche S. (2007). *La scommessa della decrescita*. Feltrinelli, Milano.
- Leiby P. (2007). *Estimating the energy security benefits of reduced U.S. oil imports*.
- Martinez-Alier J. e altri (2010). Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. *Ecological Economics*, **69**(9), 1741–1747.
- Molocchi A. (2007). I costi esterni della mobilità in Italia.
www.nens.it.

- Newbery D. (1990). Pricing and congestion: economic principles relevant to pricing roads. *Oxford Review of Economic policy*, **6**(2), 22–38.
- Nomisma (2007). I filtri antiparticolato per la qualità dell'aria nelle aree urbane. Relazione tecnica, Studio Nomisma.
- Pallante M. (2005). *La decrescita felice. La qualità della vita non dipende dal PIL*. Editori Riuniti, Roma.
- Parry I.; Bento A. (2000). Tax deductions, environmental policy, and the “double dividend” hypothesis. *Journal of Environmental Economics and Management*, **39**(1), 67–96.
- Pigou A. C. (1920). *The economics of Welfare*. MacMillan, London.
- Planka N. (2008). *Travel doesn't have to cost the Earth*. Stockholm, Sweden.
- Richiardi M. (2004). *I costi esterni dei trasporti nell'area metropolitana di Torino*.
- Sachs W. (2002). *Ambiente e Giustizia Sociale. I Limiti della Globalizzazione*. Editori Riuniti, Roma.
- Santos G. e altri (2010a). Externalities and economic policies in road transport. *Research in Transportation Economics*, **28**, 2–45.
- Santos G. e altri (2010b). Policy instruments for sustainable road transport. *Research in Transportation Economics*, pp. 46–91.
- Schumacher E. (1977). *Piccolo è bello*. Moizzi Editore, Milano.
- Smit R. (2008). Improved road traffic emission inventories by adding mean speed distributions. *Atmospheric Environment*, **42**(5), 916–926.
- Stead D. (2008). Institutional aspects of integrating transport, environment and health policies. *Transport policy*, **15**(3), 139–148.

- Tarantino F. (2006). Dispersione di Inquinanti Emessi da Traffico Urbano. Modelli Street Canyon.
<http://www.ermesambiente.it/ambientesilaurea/dettaglio.asp?id=399>.
- UNDP (2006). *Human Development Report 2006*. Human Development United Nations Development Programme, New York.
<http://hdr.undp.org/hdr2006/>.
- Van Goeverden C. e altri (2006). Subsidies in public transport. *Trasporti Europei*, **32**, 5–25.
- Watson B.; Everett P. (1987). Psychological contributions to transportation. *Handbook of Environmental Psychology*, **2**, 987–1008.
- WCED (1990). *Our common future*. Oxford University Press.
- WHO (2007). *Noise and Health*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Danimarca.

Post Scriptum e ringraziamenti

Fin da quando ho compiuto il diciottesimo anno d'età ho cominciato ad appassionarmi al mondo dei trasporti. Un vecchio modello Seat Ibiza di seconda mano è stata la chiave di accesso al movimento azionato da un motore endotermico, frutto dell'ingegno umano ed economicamente sfruttato a partire dal XVIII secolo.

Certo, prima di allora ero salito su vari autobus ATC, anch'essi mossi da combustibili fossili, ma quel modello di automobile era la via giusta per la tanto sognata indipendenza. Da allora fino ai 26 anni non mi sono più fermato: chilometri e chilometri di ferrovie, autostrade e cieli europei, Parigi e Amsterdam, Berlino e Sarajevo, Reykjavik e Bilbao. Tutte città caratterizzate da una propria rete di trasporto urbano collettivo e privato. Per le tasche personali la maniera più economica di usufruire del trasporto pubblico è "fare il portoghese", mentre più sofisticato è il modo per approfittare del trasporto privato. Le esperienze vissute in Islanda, in Montenegro e nell'Appennino Tosco-Emiliano mi permettono di dire che i vantaggi dell'autostop sono incredibili.

In questi dieci anni sono anche stato assiduo cliente ATC, grazie agli abbonamenti per gli studenti universitari messi a disposizione a prezzi più economici, e non ho mai abbandonato la passione per la bicicletta, che mi ha sempre consentito di non rimanere intrappolato nel traffico cittadino, ma del quale purtroppo mi ha fatto respirare le conseguenze che la mia asma cronica non ha tollerato moltissimo.

Il prezzo della benzina è passato da poco meno di 1 euro al litro agli attuali 1 euro e 50 centesimi nel periodo 2001-2011. Anche il prezzo di un biglietto urbano dell'autobus ha subito lo stesso rialzo, da 90 centesimi a 1 euro e 50.

Adesso, verso i 28 anni, mi sono fermato un poco, ed è per questo che ho deciso di laurearmi e scrivere una tesi sulla mobilità della mia città, Bologna.

Il percorso universitario è stato segnato da incontri indimenticabili con

studenti che adesso stanno apportando benefici a questa Terra. Per fortuna, la mia esperienza all'Alma Mater Studiorum è stata caratterizzata soprattutto da convivialità piuttosto che da produttività. In effetti, non sono mai stato uno studente modello, perché ho sempre curato gli interessi personali extra-universitari, come la fotografia e la musica. Adesso, spero di fare lo stesso con le persone che mi circondano.

La mia famiglia, mio fratello Riccardo per l'accurata visione del testo, i miei genitori Mario e Patrizia per la loro instancabile presenza, mio zio Mario, mio nonno Egidio.

La WcSet Crew, ex Saliceto Krew, Niccolò Trombetti, Gregorio Serafino, la musica che unisce, Amir Djalali, Emanuele Vesentini, Matteo Pugliese, l'Associazione Montagna di Suono.

La Caucaso Factory, Enrico Masi, Marcello Bianchi, Alberto Gemmi, Nadia Gravina, Alessandro Ansuini, Stefano Croci, Riccardo Bacchi, i nostri viaggi, le nostre foto, i nostri incontri.

Gli Eco-Warriors di Casalecchio di Reno, Keivan Kaveh Moghaddam, Andrea Mari, Alessandro Antonelli, Michele Passarelli, le lotte contro le multinazionali del petrolio.

Le ragazze di Via Barberia, Cristina Papadopoulos, Rosa Daniela Medina Duran per l'insegnamento di Latex, Chiara Ferracin e Giovanna Faso per la lingua inglese.

A Sandra, semplicemente Lei...ti amo!!!!

Tavole